SISTEMAS DE
Refrigeración
Y AIRE
ACONDICIONADO

CONTENIDO

Introducción....3

1. Panorámica de campo....3
2. Descripciones de trabajos....7
3. Oportunidades de trabajo....10
4. Resumen....15
5. Tareas prácticas....15

Oportunidades de trabajo

L401 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Panorámica del campo, 3
- Breve historia, 3
- Tipos de refrigeración, 3
- Acondicionamiento de aire, 5
- Lo más avanzado, *6*

Descripciones de trabajos, 7
- Acondicionamiento de aire y refrigeración, 7
- Servicio doméstico y comercial, 8
- Oportunidades de trabajo, 9

Oportunidades de trabajo, **10**
- Consideraciones geográficas, **10**
- Zonas urbanas y rurales, **10**
- Los trabajadores de la industria, **11**
- Paga y prestaciones, **11**
- ¿Trabajar en forma independiente o trabajar para alguien?, **12**
- Adiestramiento, **13**

Resumen, **15**

Tareas Prácticas:
- Perspectivas del campo de trabajo, **15**

Introducción

¡Bienvenido al Curso de Refrigeración y Aire acondicionado para estudio en casa!

En este curso se tratan ampliamente la teoría, la instalación, la reparación y el mantenimiento. Es un curso muy completo. Nada se ha dejado fuera. Los aspectos básicos de cada lección son descritos en forma clara y directa. Además, se tratan algunos conocimientos adicionales que tal vez necesite usted; por ejemplo, el de las soldaduras. Y si le interesa establecer un negocio propio, en este curso encontrará la información necesaria para ello.

Esperamos que este curso para estudio en casa le parezca más práctico que los que se encuentran en los salones de clase y en los programas de adiestramiento, algunas veces inadecuados. Estamos seguros de que esta manera de estudiar y aprender será una experiencia satisfactoria para usted.

Panorámica del campo

El mantenimiento de la refrigeración y el aire acondicionado es un campo dinámico y económicamente productivo. Comenzaremos con una visión general de la manera en que se inició.

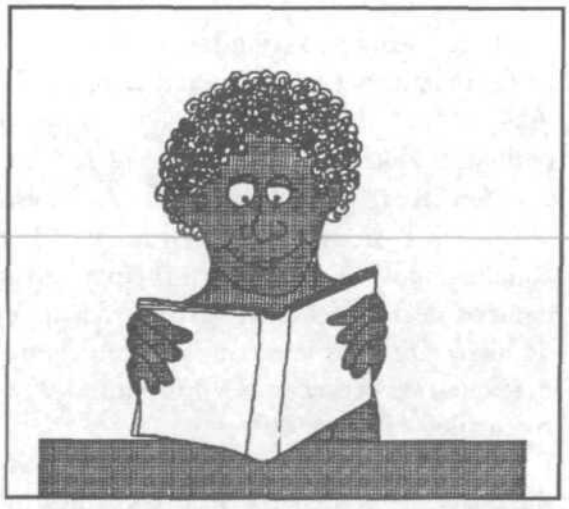


Figura 1-1. ¡Bienvenido al Curso de Refrigeración y Aire acondicionado para estudio en casa!

Breve historia

La gente siempre ha buscado que el ambiente en el que vive sea más confortable. La calefacción ha existido desde el descubrimiento del fuego, pero la refrigeración no apareció sino hasta mucho tiempo después. Calentar las cosas siempre ha sido más fácil que enfriarlas. Debido a ello, la refrigeración siempre ha sido más costosa.

Tipos de refrigeración

Antiguamente, el hielo natural era lo único que la gente utilizaba para refrigerar sus alimentos. El hielo es un refrigerante muy eficaz porque, cuando se derrite, conserva su temperatura de cero grados Celsius (centígrados) hasta que se ha derretido completamente. El hielo absorbe el calor del ambiente que está más caliente, y de esta manera lo enfría sin aumentar su propio calor.

Hielo. Desde la época de los griegos y romanos de la antigüedad, se ha recolectado hielo y nieve durante el invierno, que luego se almacenan en galerías con aislamiento, para utilizarlos durante los meses de verano. En el siglo XIX, veloces barcos de vela llevaban preciadas cargas de hielo ansiosamente esperado por la gente de casi todo el mundo. Su transporte por mar era muy costoso y difícil, pero siempre había millares de personas dispuestas a pagar generosamente por el alivio del calor y por el placer de evitar que se descompusieran los alimentos.

¿Conoce las neveras antiguas? Eran grandes gabinetes de grueso metal esmaltado, que tenían cinco o seis puertas. Una vez por semana, o quizá dos si era verano, el camión del hielo hacía su aparición y el repartidor sacaba de la parte posterior del

vehículo un gran trozo de hielo y lo ponía en la nevera. Durante años, así era como la gente conservaba fríos sus alimentos. Durante todo ese tiempo, los científicos se encontraban ocupados en la búsqueda de métodos mejores.

Líquido volátil. Entre las leyes de la naturaleza, había una que resultaba especialmente interesante. Un *líquido volátil* es el que se evapora con rapidez al ser expuesto al aire. El alcohol es un líquido volátil, lo mismo que el amoniaco. Los líquidos volátiles conservan el calor cuando se evaporan, por lo que pueden usarse para enfriar lo que esté a su alrededor. Modificando la presión sobre el líquido se puede controlar la temperatura a la que ocurre la evaporación.

En el año de 1748, en la Universidad de Glasgow, Escocia, William Cullen realizó el primer experimento de éxito con dichos líquidos. Sin embargo, no lo utilizó comercialmente. De manera que no fue sino hasta 1834 que Jacob Perkins, un ingeniero estadounidense radicado en Londres, obtuvo una patente sobre la primera máquina práctica para hacer hielo. La máquina era un sistema de refrigeración por medio de un líquido volátil. Tenía un compresor, que trabajaba con un circuito cerrado, con objeto de conservar el combustible para volverlo a usar.

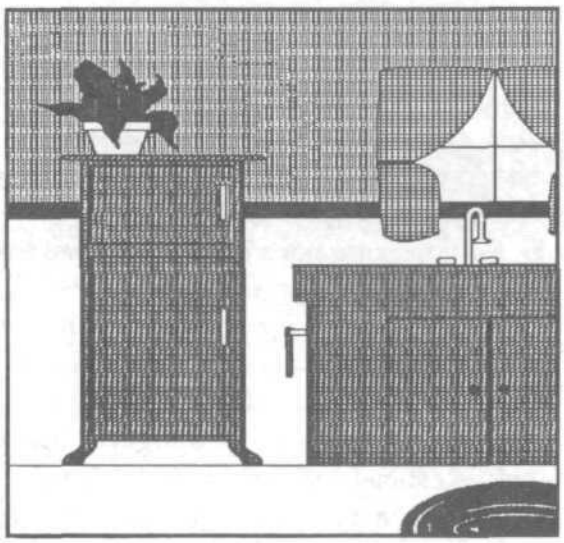


Figura 1-2. Esta es una descripción de las viejas neveras.

Refrigeración por aire. En Estados Unidos, el primero en hacer una máquina refrigeradora eficaz fue John Gorrie, en 1844. Su máquina se basaba en el principio de que el aire se calienta cuando se comprime y se enfría cuando se expande. Este sistema de refrigeración por aire se utilizó mucho a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, pero hoy en día está en desuso.

Sistema de absorción. Alrededor de 1858, en Francia, Ferdinand Carré inventó un sistema de refrigeración de otro tipo. Era un sistema de absorción, y funcionaba quemando gas natural, madera, carbón o cualquier otra materia combustible. Su uso se había generalizado antes de que la electricidad se volviera económica y estuviera ampliamente disponible. En la primera versión de este sistema, se usaba agua como refrigerante y ácido sulfúrico como un absorbente.

Posteriormente, Carré modificó su sistema, para que usara amoniaco y agua. En un principio, este sistema resultó impopular, pues se creía que era malsano. Durante la guerra civil estadounidense, pudo burlarse el bloqueo impuesto por los estados del norte y hacer llegar a los estados sureños varias de las máquinas de Carré, que les fueron de gran utilidad. Después, el sistema se hizo popular y todavía se usa.

Para 1860, se habían desarrollado los conceptos básicos de la refrigeración. Por aquellos años, el propósito principal de los equipos de refrigeración era la producción de hielo. Después vendrían los grandes frigoríficos, las cervecerías y los buques y ferrocarriles refrigeradores.

A principios de este siglo, el aire acondicionado se comenzó a usar con fines industriales y de confort. En 1911, Willis Carrier (a quien no se debe confundir con el

Carré francés que acabamos de mencionar) diseñó el primer sistema práctico de aire acondicionado. El estallido de la Segunda Guerra Mundial frenó la producción e instalación de equipos de aire acondicionado, pero cuando llegó a su fin se reiniciaron en serio.

El interés por este tipo de acondicionamiento de aire sigue en aumento. El mercado para los equipos de refrigeración continúa expandiéndose a medida que la gente les encuentra nuevas aplicaciones. Sus usos industriales se han concentrado casi exclusivamente en los campos de almacenamiento y distribución de alimentos. La industria química también usa mucho los equipos de refrigeración en aplicaciones como el control de procesos, la separación de materias químicas, la manufactura de productos petroquímicos y la licuefacción de gases. El control preciso de la temperatura durante la fabricación, es lo que ha hecho posible la existencia de muchos de los productos y materias químicas que tenemos actualmente.

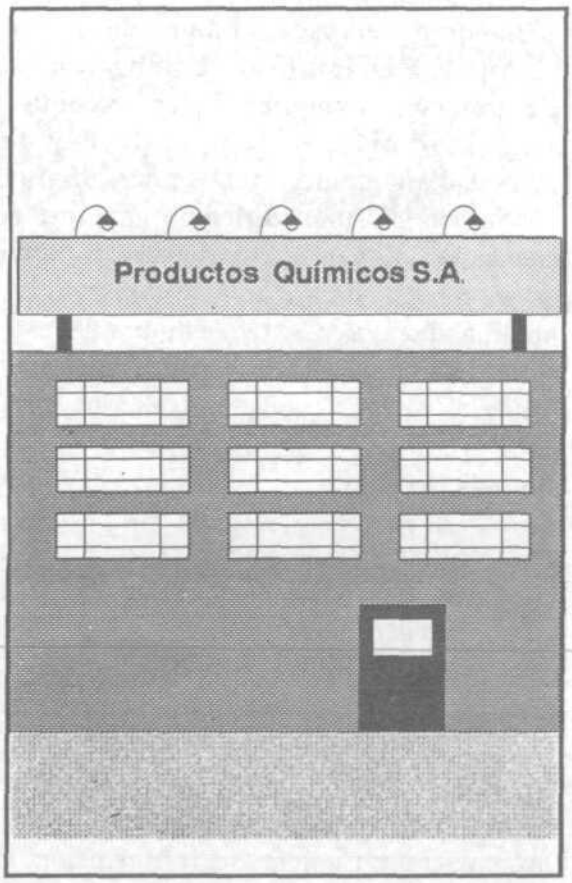


Figura 1-3. El control de la temperatura es fundamental para la fabricación de muchos productos químicos.

Acondicionamiento de aire

El tipo más común de sistemas de acondicionamiento de aire se compone de las siguientes partes básicas:

- *Compresor,* que pone bajo presión al refrigerante, como, por ejemplo, el Freón.
- *Condensador,* que le quita al refrigerante el calor producido por la compresión y lo transforma de un gas en un líquido.
- *Válvula de expansión,* que hace posible que el líquido se expanda y vuelva al estado gaseoso.
- *Evaporador,* en el que la provisión de aire se enfría al ceder parte de su calor al refrigerante.
- *Red de distribución de aire,* que usa un ventilador para impulsar el aire fresco a través de ductos y difusores hacia el espacio acondicionado.
- *Dispositivo de control,* que regula la temperatura y la humedad.

Los sistemas de acondicionamiento de aire se clasifican de distintas maneras, como:

- por su método de calefacción o refrigeración,
- por el refrigerante,
- por el equipo,
- por el método de distribución de aire,
- por el dispositivo de control de la temperatura.

La refrigeración puede lograrse mediante la expansión del refrigerante en un evaporador o haciendo circular agua helada. A menudo, el ciclo de refrigeración de un sistema de aire acondicionado se considera en términos del tipo de equipo que se usa para lograr el efecto de refrigeración. O sea, que el compresor puede ser alternativo, centrífugo o de tornillo. Del mismo modo, se puede usar una máquina de absorción de gas. Hay muchos tipos de redes de distribución de aire. Las de ductos (tubos) comunes utilizan un sistema de ductos únicos para la provisión y retorno del aire. Las de ductos dobles suministran aire caliente y frío a través de dos ductos separados. La temperatura del aire en el espacio acondicionado se regula por medio de un sistema de control compuesto de termostatos eléctricos, neumáticos o de estado sólido. Otro método de clasificación, aún más sencillo, se basa en la manera y lugar en el que se usa el sistema. Según esto, hay tres categorías:

- residencial,
- comercial,
- industrial.

Los sistemas residenciales se utilizan en las casas. Por lo general, estos sistemas vienen ya empacados, y todas las partes están colocadas en una o dos piezas de equipo. En los sistemas divididos, una de las piezas contiene el equipo de refrigeración y calefacción, mientras que la otra contiene el equipo de distribución de aire.

Los sistemas comerciales que se instalan en los grandes edificios usan unidades más grandes. Se caracterizan porque tienen equipos de refrigeración centrales, en su mayoría compresores centrífugos con torres de enfriamiento separadas. El aire helado se envía por unas tuberías a un sitio alejado, donde se encuentra el equipo procesador de aire. Una vez que este equipo ha acondicionado el aire, lo distribuye a los locales para lograr el nivel de confort deseado.

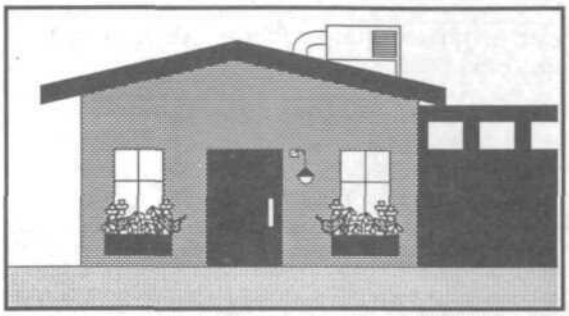


Figura 1-4. Generalmente, las unidades residenciales de aire acondicionado vienen ya empacadas como una o dos piezas de equipo.

Los sistemas industriales se instalan en las fábricas que tienen necesidades específicas de humedad o temperatura, o de ambas. En una fábrica de goma de mascar es necesario mantener un cierto nivel de temperatura y humedad, para que la goma se conserve fresca mientras la elaboran y empacan. En una fábrica en la que se ensamblan componentes electrónicos, se requiere tener un control muy exacto de la temperatura y la humedad, así como un aire muy limpio.

Se necesitó mucho tiempo para que la ciencia de la refrigeración llegara al punto en el que se encuentra actualmente. A medida que vaya usted estudiando este curso, aprenderá todo lo que hay que saber sobre los equipos que hemos descrito.

Lo más avanzado

La refrigeración ha hecho posible llevar alimentos a quienes padecen hambre, así como medicamentos y vacunas a los enfermos en los lugares más remotos del mundo. La refrigeración ha hecho posible el transporte de los órganos y tejidos con los que se realizan los milagros de la medicina. Incluso, ha hecho posible el programa espacial. Gracias a las modernas técnicas de refrigeración es posible enfriar los combustibles volátiles que usan los cohetes y mantener temperaturas apropiadas para la vida huma-

Figura 1-5. La refrigeración ayuda a salvar vidas.

na en el interior de la cápsula del transbordador espacial estadounidense.

Tal vez el logro más espectacular de la tecnología de la refrigeración sea la criogenia. Esta es la ciencia de congelar tejidos, órganos y seres vivientes al extremo de que se puedan conservar, sin descomponerse, hasta por cientos de años (en potencia). Esos tejidos, órganos y seres se congelan hasta el punto en que su contenido de calor es pequeñísimo, muy cercano al cero absoluto, que es menos 273 grados Celsius (lo que significa 273 grados abajo del punto de congelación del agua, que es cero grados Celsius). Se hace con tanto cuidado, que es posible congelar a un animal y volverlo totalmente sano a una vida plena. Es posible que algún día los viajeros del espacio usen esta técnica para recorrer grandes distancias sin envejecer.

El acondicionamiento de aire ha aumentado la eficiencia y ha mejorado los resultados en las aulas, las fábricas y las oficinas. Hasta salva vidas humanas en las regiones muy calurosas. Muchas veces, los enfermos y los ancianos no podrían sobrevivir a las ondas de calor si carecieran de aire acondicionado. Las grandes computadoras pueden funcionar de manera continua y confiable porque están rodeadas de una temperatura constante.

Descripciones de trabajos

Los técnicos en refrigeración y aire acondicionado son trabajadores calificados que instalan, mantienen y reparan estos complejos sistemas en los medios residenciales, comerciales e industriales. Naturalmente, se necesita más de una sola máquina para ventilar o acondicionar el aire. Los técnicos deben ser capaces de trabajar con todas las partes del sistema, así como con la maquinaria central.

Los técnicos se pueden especializar ya sea en la instalación de los equipos, o en su mantenimiento y reparación. Hay técnicos que trabajan solamente con determinados equipos, como los del acondicionamiento de aire para residencias o los de refrigeración comercial. Algunos de ellos hacen instalaciones y dan mantenimiento. Los siguientes ejemplos son unos cuantos de los trabajos que hay en este campo.

Acondicionamiento de aire y refrigeración

Los técnicos en refrigeración y acondicionamiento de aire se encargan de instalar y dar servicio a equipos centrales de aire acondicionado y a una gran variedad de equipos de refrigeración. Los técnicos se basan en los diagramas y las especificaciones para instalar compresores, unidades de condensación, motores, evaporadores y otros componentes diversos. Luego conectan los componentes con los ductos (tuberías), las fuentes de energía eléctrica y las líneas de refrigerante. Cargan el sistema de refrigerante y lo prueban, para asegurarse de que funcione correctamente.

Cuando un equipo se descompone, los técnicos determinan qué es lo que anda mal y lo reparan. Para localizar la falla, prueban los relevadores, compresores y termostatos. Durante los meses más fríos, verifican el

sistema y le dan mantenimiento necesario, para lo cual tal vez tengan qué hacer una reparación mayor del compresor.

Servicio doméstico y comercial

El técnico se puede especializar en cualquiera de los aspectos que ofrece el campo de la refrigeración y aire acondicionado. Algunos prefieren diseñar e instalar los equipos, otros, dedicarse a darles servicio. En cierto modo, la instalación y el servicio tienden a ir de la mano. Sin embargo, entre el trabajo doméstico y el trabajo comercial hay diferencias considerables.

El servicio doméstico consiste en darle servicio al equipo en la casa. Los técnicos especializados en servicio doméstico instalan en las casas nuevas sistemas de aire acondicionado, y mejoran o dan servicio a los equipos ya existentes. Lo más común es que los técnicos que establecen su propio negocio lo hagan en este sector de la profesión. En este caso, el contacto con el cliente tiende a ser más personal, y el técnico discute la situación directamente con el dueño de la casa. Este contacto personal con el cliente puede ser una ventaja, o una desventaja.

Figura 1-6. A algunas personas les agrada el aspecto personal del trato con las amas de casa.

Por lo general, los técnicos que trabajan en dar servicio a las casas lo hacen en una comunidad pequeña o una sección específica de la ciudad. Es posible que tengan "rondas" fijas, variables de acuerdo con la temporada. Quizá lo normal sea que visiten a determinados clientes, para reparar el refrigerador, o para recargar los acondicionadores de aire de las habitaciones. Si a usted le agrada tratar con la gente, y le gusta ver por sí mismo las mejoras que ha hecho, es posible que éste sea el sector que le convenga.

Otra de las ventajas de dar servicio a las casas, es que no tiene que levantar cosas pesadas ni trabajar en condiciones peligrosas. La maquinaria y las piezas de los equipos domésticos son más pequeñas y ligeras que en los sectores comercial e industrial. Debido a esto, muchas veces es posible trabajar solo o con la ayuda de un socio nada más. Con frecuencia, los ingresos del técnico dependen de él mismo.

Los técnicos que se dedican al sector comercial tratan con los negocios y la industria. Por regla general, esto significa que los ingresos son mayores. Las empresas necesitan satisfacer sus necesidades de inmediato y con frecuencia esas necesidades son muy grandes. Los edificios se proyectan teniendo en mente el aire acondicionado. Muchas veces, las ventanas se diseñan de manera que no puedan abrirse. Puede suceder que el sistema de aire acondicionado se descomponga, y que los empleados sean enviados a sus casas hasta que se termine la reparación. Claro está que los técnicos que dan servicio a esos enormes sistemas cobran mucho dinero, sobre todo porque generalmente los llaman de urgencia.

Figura 1-7. Los mecánicos que dan servicio a los sistemas comerciales de aire acondicionado deben estar listos para atender llamadas de urgencia.

En la industria, la situación es todavía más grave. Es esencial que el equipo funcione debidamente. ¿Qué sucede en una fábrica de productos alimenticios si falla la refrigeración? Hace algún tiempo, durante un fin de semana, se descompuso el sistema de refrigeración de una empacadora de carnes. Lo que es peor, también el sistema de alarma se descompuso, por lo que no se supo nada sino hasta el lunes. Se perdieron mucha carne y mucho dinero. Una pérdida como esa en un fin de semana es bastante grande, pero es insignificante en comparación con lo que se puede perder en unas cuantas horas en otras industrias.

La elaboración de medicinas requiere muchas etapas diferentes, algunas de las cuales se deben hacer en condiciones de temperatura exactas. Es posible que haya mucho dinero de por medio.

Esperamos haber dejado bien claro qué tan importante es el control de la temperatura. Ya sea que se trate de ventilación, acondicionamiento de aire o refrigeración, es posible que estén arriesgándose grandes cantidades de dinero e incluso vidas humanas. Por lo tanto, es muy importante que quienes estén pensando en dedicarse a este campo reciban el mejor adiestramiento posible. Para eso, precisamente, preparamos el presente curso.

Oportunidades de trabajo

Puesto que usted ha optado por dedicarse al campo de la refrigeración y aire acondicionado, le convendría pensar desde ahora en el sector de especialización que le gustaría. Es importante que lo haga desde ahora, no importa que decida trabajar por su cuenta o para una compañía. Si trabaja de manera independiente, necesitará algún tiempo para establecerse en la ciudad que escoja. Sería una pena que, después de hacer todo el esfuerzo del caso, tuviera que irse a otro sitio. Por eso necesita pensar en dónde quiere vivir, antes de que se haya establecido. Si tiene hijos o espera tenerlos, le convendría pensar qué clase de sitio le gustaría para ellos.

Además, tome en cuenta las exigencias del trabajo. Aunque no se necesitan pomposos títulos universitarios, ni habilidades especiales, el profesional de la industria de la refrigeración y aire acondicionado si debe desarrollar determinadas aptitudes. Antes de decidirse, dedique un poco de tiempo y esfuerzo a aprender todo lo que le sea posible sobre las exigencias de la profesión. Esta lección se hizo con ese propósito.

Figura 1-8. Le conviene pensar desde ahora qué tipo de trabajo escogerá y en dónde quiere establecerse.

Para realizar sus diversas tareas, el profesional de la refrigeración y aire acondicionado necesita conocer muchas y diferentes cosas. En este curso estudiaremos las áreas de conocimientos que deberá usted adquirir, y le diremos por qué son importantes.

Para tener un conocimiento completo de la profesión a la que piensa dedicarse usted, es necesario que estudie cada una de las lecciones de este curso. Sea lo que fuere lo que decida hacer, cuando termine este curso estará usted bien preparado.

Oportunidades de trabajo

Generalmente, los puestos de trabajo para los técnicos en refrigeración y aire acondicionado están en la industria de la construcción, o con los contratistas de refrigeración. También se pueden encontrar muchos trabajos en las cadenas de supermercados, los hospitales, las escuelas, las fábricas y en casi cualquier organización que tenga grandes sistemas de aire acondicionado y refrigeración. Por otra parte, hay muchos técnicos en refrigeración y aire acondicionado que trabajan por su cuenta.

Consideraciones geográficas

En todas partes hay trabajo. En los estados de clima caliente, donde hace más calor y la refrigeración se necesita durante más tiempo, hay más mecánicos de aire acondicionado.

Zonas urbanas y rurales

Es cierto que se pueden encontrar trabajos de refrigeración y acondicionamiento de aire en cualquier parte, pero la naturaleza del trabajo varía de acuerdo con el lugar. Si a usted le interesa la instalación y el servicio residenciales, le convendría pensar en trabajar en una ciudad pequeña. Las ciudades pequeñas son convenientes para quien desea iniciar su negocio propio, porque es más fácil hacerse de una buena reputación y muchas veces hay menos competencia.

Le convendría pensar en las regiones más calurosas.

En caso de que se interese principalmente en los sistemas de aire acondicionado o refrigeración muy avanzados o poco comunes, casi siempre tendrá que pensar en establecerse en una ciudad grande. Casi todas las aplicaciones más avanzadas de estos nuevos sistemas se hacen en las ciudades, pues las empresas disponen de grandes presupuestos para cubrir sus costos. Por lo general, se pueden obtener mejores ingresos en las ciudades. Sin embargo, la competencia es más intensa, la vida más agitada y el trabajo es, a menudo, menos personal que en una ciudad pequeña. Al final de cuentas, todo depende de qué cosas tienen mayor importancia para uno.

Figura 1-9. Siempre hay oportunidades para los nuevos técnicos, pues muchos técnicos viejos se jubilan.

Los trabajadores de la industria

La gente tiene cada vez más conciencia de la necesidad de ahorrar energía, por lo que, también en el campo de la refrigeración, se están ideando nuevos métodos y sistemas. En los negocios, la industria y los hogares, los consumidores están prefiriendo los nuevos equipos, que son más eficientes y económicos. Esto, en combinación con los incentivos ofrecidos por los gobiernos y las empresas de servicio público de algunos países, ha estimulado a los usuarios comerciales y residenciales a instalar estos nuevos equipos. El resultado es que, los conocimientos de refrigeración y aire acondicionado tienen una demanda estable, casi garantizada.

Son muy pocas las profesiones en las que se tiene un mercado garantizado. Además de la demanda por modelos nuevos que usen más eficazmente la energía, en las casas y en los negocios la gente depende de los sistemas de refrigeración ya existentes. Hay una necesidad permanente de servicio y mantenimiento para estos viejos sistemas.

Paga y prestaciones

Generalmente, el ingreso por hora de quienes trabajan en este campo es mayor que el de quienes trabajan en especialidades similares.

Los aprendices llegan a ganar el equivalente a la tercera parte, aproximadamente, de lo que se paga a los trabajadores experimentados.

Lo normal es que los técnicos trabajen 40 horas a la semana. No obstante, durante

ciertas temporadas deben trabajar tiempo extra y hasta en horarios irregulares.

¿Trabajar **en forma independiente o trabajar para alguien?**

Trabajar por cuenta propia o para una compañía establecida, eso es lo que debe decidirse. Los dos caminos tienen sus ventajas y desventajas.

Antes que otra cosa, hay que estar consciente de que ni el mejor de los cursos reemplaza a la experiencia directa de trabajo. Hay multitud de pequeños trucos que sólo quienes tienen muchos años de trabajar le pueden enseñar. El novato no puede conocerlos. Si en verdad le interesa establecerse por su cuenta, lo primero que debe hacer es trabajar durante algún tiempo para otra persona. Consiga un trabajo con alguien que esté especializado en aquello en lo que usted se quiere especializar, y trabaje con él durante algún tiempo. Una vez que haya absorbido todo lo que pueda en ese trabajo, establézcase por su cuenta. Ponga en práctica lo que haya aprendido. Seguramente habrá aprendido muchos pequeños "trucos" del oficio que ni siquiera sabía que existieran. Esa experiencia le será de gran utilidad.

Figura 1-10. La decisión sobre trabajar por cuenta propia o para una gran compañía, depende de qué cosas tienen más importancia para uno.

Por otra parte, si no tiene interés en trabajar por su cuenta, encuentre una compañía que se especialice en refrigeración y aire acondicionado. Luego, investigúela cuidadosamente. Averigüe si su rotación de personal es alta, qué reputación tiene, cuántos años tiene de establecida y la clase de personas que trabajan para ella.

Haga los planes para su búsqueda de empleo como si se tratara de una inversión, porque en realidad es una inversión en su propio futuro. A nadie le divierte andar en busca de empleo, así que hágase el propósito de hallar la compañía apropiada y de quedarse en ella. Tal vez querrá encontrar una compañía que esté accesible. Si tiene una casa propia, o le gusta mucho el lugar en el que vive, no querrá hacer un largo viaje al trabajo.

Por lo que se refiere al sueldo, no es fácil establecer reglas fijas. Cuando se trabaja para una compañía, ésta obtiene una utilidad del trabajo que uno hace, lo cual quiere decir que no se gana mucho dinero. Pero no se corren tantos riesgos, la compañía se encarga de los dolores de cabeza. Se encarga de los programas de prestaciones y, en muchos casos, le proporciona el equipo de trabajo. La compañía compra las piezas de repuesto, y algunas veces también las herra-

mientas. Y consigue los clientes. Todo lo que tiene usted que hacer es ir a atenderlos.

En contraste, cuando se trabaja por cuenta propia uno es quien tiene que proporcionar las herramientas, el taller y el transporte. Uno es quien se encarga de los seguros y la contabilidad. Al principio, ningún negocio pequeño es un buen negocio. Se necesita tiempo para hacerse de clientes y una reputación.

Con lo anterior, no pretendemos desalentarlo ni decirle que no instale su negocio propio. El manejar un negocio propio es algo creativo y satisfactorio. Sólo que es mejor tener una poca de experiencia previa. Así se aprende lo que no se debe hacer. Una vez que trabaje por su cuenta, ganará más dinero que si trabajara para una compañía. La razón es que no tendrá que pagar los enormes gastos de administración que tienen las grandes empresas. Podrá conservar un mayor porcentaje de sus ingresos.

Otro camino es el de trabajar en una compañía para obtener la experiencia que necesita y después, cuando llegue el momento apropiado, establecer su negocio propio, al que le dedicaría parte de su tiempo, porque también podría dar clases en una escuela técnica de enseñanza media. La enseñanza ofrece algunas compensaciones, sobre todo la que se imparte en los niveles de bachillerato o enseñanza media. Se recibe un sueldo, se goza de vacaciones, prestaciones y demás. Generalmente la enseñanza no es muy bien pagada, pero si con ella puede complementar los ingresos que le produzca su negocio de refrigeración y acondicionamiento de aire, le irá bastante bien.

Figura 1-11. Mientras "levanta" su negocio, podría usted dar clases sobre refrigeración y aire acondicionado.

Adiestramiento

Hay varias maneras de adquirir los conocimientos que se necesitan para iniciarse en el campo de la refrigeración y el acondicionamiento de aire. Algunos mecánicos comienzan como ayudantes y trabajan con mecánicos experimentados, durante algún tiempo, para adquirir esos conocimientos. Los nuevos trabajadores comienzan haciendo cosas sencillas. Cargan los materiales o aislan las líneas de refrigerante. Gradualmente, se encargan de trabajos más complejos, como cortar y soldar las tuberías y las hojas de metal o probar los circuitos eléctricos. Al cabo de cierto tiempo, han recibido un adiestramiento bastante bueno, y están capacitados para hacer toda clase de reparaciones e instalaciones.

Al hacer sus contrataciones, los patrones escogen a quienes tienen aptitudes para la mecánica y han tomado cursos de aplicación de las matemáticas en el taller, dibujo mecánico, electrónica y lectura de diagramas. Cada vez es más necesario tener conocimientos básicos de microelectrónica, porque ésta se utiliza cada vez más en los controles de los equipos de refrigeración y aire acondicionado.

Muchas escuelas de enseñanza media ofrecen programas de refrigeración y aire acondicionado. Los alumnos estudian teoría, así como el diseño y la construcción de equipos. Aprenden los aspectos básicos de la instalación, el mantenimiento y las reparaciones. El tomar uno de estos cursos no es garantía de que se obtendrá un empleo pero, en general, los patrones prefieren contratar a quienes han tenido un curso completo, dado que necesitan menos capacitación en el trabajo. Además, los programas les sirven a los estudiantes para determinar si realmente les interesa este campo y si tiene las aptitudes necesarias.

Por último, hay cursos, como éste, para estudiar en casa. Está es, tal vez, la mejor solución, y le diremos por qué. Con este tipo de curso, no tiene que asistir a un colegio ni tomar diversas clases que no le interesan, sólo por satisfacer los requisitos generales.

Posiblemente la mejor razón para decidirse por este tipo de curso, es su aspecto práctico. La escuela requiere tiempo; por lo general, las clases se imparten durante el día. A menos que uno tenga ciertos recursos económicos, tiene necesidad de trabajar. Y no es fácil trabajar y asistir a la escuela simultáneamente.

Figura 1-12. Para quienes desean estudiar y aprender a su propio ritmo, los cursos para estudio en casa son la mejor manera de llegar a ser un buen técnico.

Con este curso para estudio en casa, podrá usted estudiar a su propio ritmo y en los horarios que más le convengan. Y como los diversos aspectos se tratan del mismo modo, obtendrá una educación completa y balanceada. Los materiales del curso son comprensibles. Se proporciona reforzamiento inmediato, por lo que el aprendizaje se hace agradable. Cuando termine usted este curso de estudio en casa, estará en posición de sacarle el máximo provecho al ingresar al mercado de trabajo como un profesional debidamente capacitado.

Resumen

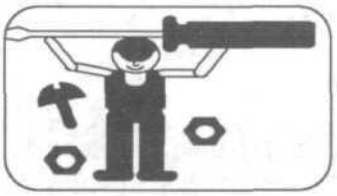
Es posible que una gran parte del material de esta lección de introducción le parezca a usted muy novedoso. Sin embargo, si lo vuelve a leer después de que haya terminado este curso de estudio en casa, le parecerá muy sencillo. No es difícil aprender ninguna de las partes del curso, siempre que las estudie con su propio ritmo y les dedique el tiempo y la atención necesarios.

Una clave para dominar el estudio es tener conciencia de nuestras propias fuerzas y debilidades. Si no se es capaz para una materia determinada, hay que dedicarle más tiempo. Algunas personas necesitan dedicarle a las secciones de matemáticas el doble del tiempo que a otras secciones. Una de las ventajas del curso de estudio en casa, es que cada quien le puede dedicar el tiempo que necesite para aprender bien. Tómese tanto tiempo como quiera para dominar cada sección, y entonces, continúe con la siguiente. Así se sentirá confiado de estar aprendiendo todo lo necesario para ser un profesional de éxito en la industria de la refrigeración y el aire acondicionado.

¡Bienvenido al curso!

Le deseamos que tenga el mejor de los éxitos en su nueva carrera.

(Esta Lección no tiene Examen.)



Tareas Prácticas

Perspectivas del campo de trabajo

Materiales que usted necesitará

- Hojas de papel
- Lápiz
- Calculadora de bolsillo (no indispensable)

Información previa

Como le hemos mencionado en la lección, su campo de acción como técnico de servicio en refrigeración y aire acondicionado se puede encontrar en el sector residencial, comercial o industrial.Por ello es conveniente que usted vaya conociendo cuál puede ser su mercado potencial, ya sea dentro de su comunidad o colonia, o de su ciudad.

Si usted va conociendo gradualmente su mercado de trabajo, al concluir sus estudios verá con plena claridad las direcciones más apropiadas en que debe encaminar sus servicios profesionales. Por tal razón, hemos preparado esta tarea práctica, cuyo objetivo es un estudio de campo que le permitirá conocer su mercado potencial.

Lo que usted deberá hacer

Determinar el mercado potencial de su comunidad o ciudad de tal manera que tenga un panorama más definido de hacia adonde dirigir sus esfuerzos.

Procedimiento

1. Si radica en una ciudad más o menos grande (300,000 habitantes o más), verifique alrededor de cuantos establecimientos existen de carnicerías, tiendas de autoservicio, fábricas textiles, hospitales, laboratorios químicos, centros de cómputo, cines, empresas dedicadas al montaje o mantenimiento de equipos de refrigeración o aire condicionado, escuelas de enseñanza técnica, bodegas refrigeradas y todos los lugares donde se emplee aire condicionado o refrigeración.

   Puede valerse de fuentes informativas como directorios telefónicos, asociaciones empresariales, cámaras patronales, etc.

2. Ahora vaya a la oficina censal de su localidad y obtenga el número promedio de personas que habitan en su comunidad. Divida el número obtenido entre 4 (promedio de personas que forman una familia) y, al total que le de, quítele el 20%. Ejemplo:

No. de familias	= 56,250
- 20%	= 11,250
	45,000

   Esta operación le da un número aproximado de casas donde puede existir o existe un refrigerador doméstico.

3. Acuda entonces a la agrupación de los comerciantes de su localidad y obtenga el número de técnicos de servicio en refrigeración y aire acondicionado registrados. Sume el número de organizaciones comerciales e industriales que obtuvo en el punto 1 al número aproximado de casas con refrigerador que obtuvo en el punto 2 y divida la cifra obtenida entre el número de técnicos registrados. Lo que obtendrá es el número de instituciones que debería atender cada técnico. Si usted fuese uno de ellos, fíjese en la cantidad de trabajo que podría atender.

Conclusiones

Existen muchas personas que, sin haberse preparado adecuadamente, ofrecen sus servicios como técnico a la comunidad, pero bien pronto se van quedando sin trabajo. Si usted se prepara convenientemente, como lo está haciendo en este curso, muy pronto irá obteniendo prestigio y mayores oportunidades de trabajo.

- Y después, ¿qué sigue?

En su próxima lección se introducirá en la teoría del aire acondicionado y conocerá de qué manera influyen las temperaturas en la producción, el humor personal y la salud. Este conocimiento le permitirá proponer el diseño de equipos e instalaciones.

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....4
2. Las seis condiciones del aire acondicionado....11
3. Condiciones de confort....12
4. Suma y resta de Btu en la refrigeración....24
5. Qué es la humedad....26
6. El ciclo de refrigeración....27
7. Resumen....30
8. Tareas prácticas....30
9. Examen.. ...33

Control del clima y el confort

L402 - 6a

Hemphill Schools

Control del clima y el confort

Objetivos de aprendizaje

Cuando haya terminado esta lección, usted será capaz de

- Establecer la definición o descripción correcta de los términos que se utilizan en el campo del enfriamiento por aire, para el control del clima.
- Identificar las seis condiciones del aire acondicionado.
- Enumerar las condiciones necesarias para el confort humano que son producidas por los sistemas de refrigeración.
- Enumerar los pasos para determinar la cantidad de Btu agregada a una sustancia mediante la aplicación de calor y la cantidad de Btu perdida a causa de la extracción de calor.
- Enumerar los pasos para determinar la humedad relativa con base en temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo.
- Identificar las etapas del ciclo básico de refrigeración.

introducción

El control del clima de interiores es un negocio importante en todo el mundo. Hay sólo unas cuantas regiones, en las zonas templadas, en las que la gente puede vivir confortablemente y trabajar a gusto sin alguna forma de calefacción en el invierno o de enfriamiento en el verano. Por lo tanto, la gente tiene la necesidad de regular el clima de los espacios interiores. La práctica del control del clima de interiores se llama *acondicionamiento de aire.*

El acondicionamiento de aire se utiliza para controlar el clima interior en hogares, cines, hospitales, supermercados, centros comerciales, oficinas, fábricas, y en casi todos los edificios públicos. En casi todas partes del mundo, el aire acondicionado tiene gran importancia. Ha dejado de ser un lujo, como se pensaba hace tiempo. En la actualidad, simplemente no podemos vivir sin él. Se ha convertido en una necesidad.

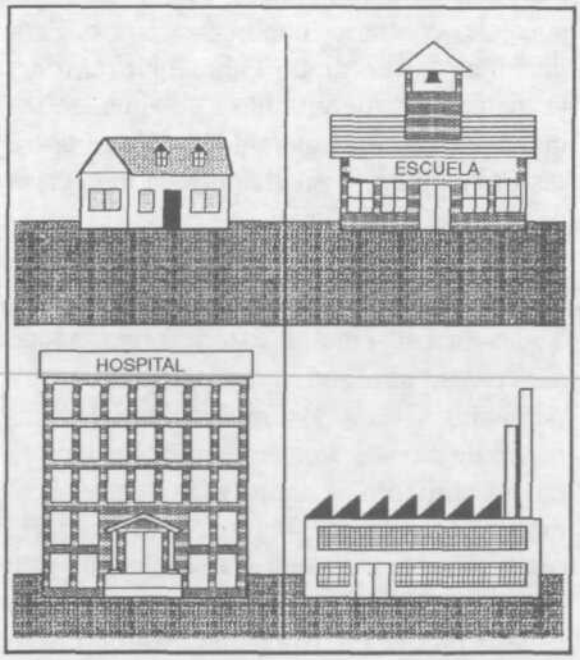


Figura 2-1. El control del clima nos permite vivir y trabajar confortablemente.

Tal vez se pregunte usted cuándo se inició el control del clima de interiores. Pues bien, durante cientos de años la gente ha podido calentar sus casas por medio del uso controlado del fuego. Pero no ha sido hasta el siglo XX cuando la ciencia nos ha permitido emplear el gas y la electricidad para calentar el ambiente de nuestros interiores. El gas y la electricidad son más limpios y fáciles de controlar que el fuego directo. Y lo que es todavía mejor, nos permiten regular nuestro confort durante todo el año.

Pero ya basta de la calefacción. ¿Qué hay acerca del enfriamiento? No fue sino hasta principios de la década de 1900 cuando se pensó que sería posible enfriar el aire por medio de la refrigeración mecánica. Durante los años treinta, comenzaron a utilizarse comercialmente los equipos para el acondicionamiento de aire. Para los años cincuenta, la industria del aire acondicionado había avanzado considerablemente hacia la aplicación de este sistema en casas en las que se pudiera vivir con más confort. Con anterioridad, los métodos que usaba la gente para enfriar su medio ambiente eran menos avanzados. Construían sus casas con gruesas paredes que tardaban todo el día en calentarse. Colgaban cobertores húmedos en las puertas para que los interiores se enfriaran con la evaporación. En esta lección y en lecciones posteriores, aprenderá usted por qué funcionaban esos métodos. Pero probablemente ya adivinó que no se podían controlar con tanta facilidad como los modernos sistemas de refrigeración.

Todos los años se diseñan nuevos equipos y nuevos métodos para el acondicionamiento de aire. La industria crece en forma continua y las oportunidades de hacer carrera son excelentes. Usted ha hecho una elección inteligente al decidirse a ingresar en el campo de la *refrigeración y el aire acondicionado, y* a hacer los estudios necesarios.

Esta lección trata sobre el clima y el control del confort. Es una introducción a muchas de las cosas relacionadas con la manera en que la industria del acondicionamiento de aire puede lograr dicho control. En ella, aprenderá sobre

- las seis funciones del aire acondicionado,
- la gente y el medio ambiente,
- el calor y la energía térmica,
- las condiciones necesarias para el confort humano.

Aprenderá también, en forma bastante detallada, sobre una de las seis funciones del acondicionamiento de aire: la refrigeración. Asimismo, aprenderá acerca de las etapas que componen el ciclo de refrigeración.

Al principio de la lección, se incluye una lista de definiciones y descripciones. Conforme vaya leyendo y estudiando los temas de ésta y las lecciones siguientes, verá usted que le será de gran utilidad. (Descubrirá también que la lista le será muy útil cuando estudie para sus exámenes.)

Definiciones y descripciones

A medida que se vaya usted adentrando en el campo de la refrigeración y el aire acondicionado (campo al que nos referimos con las siglas REAC), se irá encontrando con que esta vocación, lo mismo que todas las carreras y profesiones, tiene su lenguaje propio. Algunos de los términos que utilizará en su trabajo, los conoce. Tal vez ya comprenda su significado, porque se emplean en el lenguaje de todos los días. Aprenderá también que otras palabras tienen un significado propio y específico. Para que pueda comprender las lecciones, así como qué es lo que la gente discute cuando habla sobre temas del campo de REAC, será necesario que aumente su vocabulario con diversos términos. Esta es una de varias secciones en las que podrá aprender el significado de esos términos. No se desaliente si al principio se le dificulta comprender algunos de los nuevos términos que hallará en esta lección. Los nuevos términos se repasarán varias veces durante cada lección. Además, una vez que comience a utilizarlos tendrán más sentido para usted. Naturalmente, podríamos organizar los términos de varias maneras; en este caso, los hemos puesto en orden alfabético.

BTU (*British Thermal Unit)* . El agua es la sustancia patrón para las mediciones de calor-energía. La cantidad de calor que se necesita para aumentar o disminuir en un grado Fahrenheit la temperatura en una libra (454 gramos) de agua se conoce como cantidad de calor unitaria. Esta cantidad de calor se llama unidad térmica británica, o Btu (proveniente del término en inglés British Thermal Unit).

Un Btu es igual a la cantidad de calor que se necesita para aumentar en un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua. Lo contrario, también es cierto. Para disminuir en un grado Fahrenheit (enfriar) la temperatura de una libra de agua, se requiere extraer del agua un Btu. Usted usará los Btu para hacer mediciones en toda clase de equipos y condiciones.

CALOR *(heat)* . El calor es una forma de *energía.* Es una forma de energía molecular. Todas las sustancias están formadas de *moléculas,* que son unas partículas muy pequeñas. Todas las moléculas se componen de *átomos.* Los átomos están siempre en movimiento. Cuanto más lento es el movimiento, tanto menor es la energía producida para generar calor. Cuanto más rápido es el movimiento, tanto mayor es la energía producida para generar calor. Por lo tanto, el total de la energía calórica de una sustancia cualquiera se relaciona con la

fuerza total de energía combinada y producida por sus moléculas.

El calor es energía y la energía es movimiento. Por lo tanto, el calor no permanece inmóvil. Tiene movimiento. Se mueve, y siempre se mueve en dirección del sitio que está más fresco que él mismo. Una ley importante de la naturaleza es que el calor se transfiere (se mueve) del cuerpo más caliente al cuerpo más frío, y los sistemas de REAC aprovechan esa característica. Cuando hay un intercambio de energía calórica, se puede describir el calor con dos términos diferentes. Dichos términos son: *calor sensible y calor latente*, que se definen a continuación.

CALOR LATENTE *(latent heat).* El calor latente produce un cambio de estado de una sustancia, no un cambio de temperatura. Agregando al agua suficiente calor, es posible cambiar el estado que tiene en el momento, para que se transforme de líquido en vapor. Cuando se le quita al agua suficiente calor, es posible transformarla en un sólido (hielo).

Veamos un ejemplo de cómo funciona este proceso. Ponga un tarro con agua en la estufa. Abra el quemador hasta su máxima posición. Al poco tiempo comenzará a ver los efectos del calor latente. Es decir, verá que el agua hirviente se transforma en vapor.

Si coloca una bandeja con agua en el congelador del refrigerador, podrá ver otro cambio debido a los efectos del calor latente. Por medio de este proceso se le extraerá el calor al agua, de modo que el agua líquida se transformará en hielo sólido.

CALOR SENSIBLE *(sensible heat).* El calor sensible produce en una sustancia un efecto que se puede ver, sentir o medir.

Veamos cómo funciona el calor sensible. La estufa de la cocina genera calor sensible. Si pone el horno en la marca de 100 °C, se calentará mucho. Al abrir la puerta del horno, sentirá el calor. Si aumenta el calor a 250 °C, al poco tiempo sentirá el aumento del calor sensible. Si reduce la temperatura, notará que éste disminuye.

CARGA DE CALOR *(heating load).* Una carga de calor es la velocidad a la que se debe suministrar energía calórica a un espacio con objeto de mantener una cierta condición específica.

CARGA DE REFRIGERACIÓN *(cooling load).* Una carga de refrigeración es la velocidad a la que se debe extraer energía calórica de un espacio con objeto de mantener una cierta condición específica.

CARGAS *(loads).* Las cargas son las velocidades a las que se gana o se pierde calor.

CLIMA *(climate).* El clima es causado por el tiempo. Es la suma total del tiempo que ocurre en el transcurso de varios años. El tiempo ha producido climas que van desde el calor extremo (localizado en el ecuador, en la mitad exacta de la Tierra) hasta el frío extremo (localizado en los polos norte y sur). El tiempo ha producido también climas secos y climas húmedos, como los de los desiertos y bosques pluviales o bosques tropicales en que llueve mucho. (Consulte la Figura 2-2.)

Recuerde que el clima y el tiempo son dos cosas distintas. El tiempo produce el clima. El clima no produce el tiempo. Las condiciones del tiempo pueden cambiar de un día a otro y de una estación a otra. Esta lista incluye también una definición del tiempo.

CONDENSACIÓN *(condensation).* La condensación es un proceso de enfriamiento. Hace que la temperatura descienda. Esto puede ser causa de que los gases se transformen en líquidos. Las gotitas de agua que se forman en un vaso de agua helada son una forma de condensación. La superficie del vaso está lo suficientemente fría como para

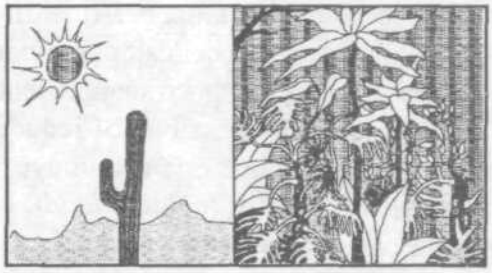


Figura 2-2. Un clima seco y un clima húmedo.

transformar el vapor de agua del aire (un gas) en un líquido, que forma las gotitas sobre el vaso.

CONDUCCIÓN *(conduction).* Conforme estudie para llegar a ser técnico en refrigeración y aire acondicionado, tendrá que aprender mucho acerca del calor y los métodos para su transferencia. Los términos relacionados con este proceso son muy importantes.

La conducción es el método fundamental para la transferencia del calor a través de los sólidos. Encontrará que el cuerpo humano es capaz de transmitir el calor, lo mismo que los metales, las rocas y otras sustancias. Para que entre dos objetos ocurra la conducción del calor, es necesario que se encuentren en contacto uno con otro.

La *conducción,* la *convección y* la *radiación* son los principales métodos para la transferencia del calor que usted necesitará comprender. Los tres términos se incluyen en esta lista para que pueda consultarlos fácilmente.

CONVECCIÓN *(convection).* La convección es el procedimiento para la transferencia del calor en los líquidos y gases. La convección natural ocurre todos los días, cuando el viento lleva aire caliente de los trópicos hacia las zonas más frías. Los océanos participan también en el proceso de convección siempre que transportan aguas calientes hacia las zonas de agua fría.

ESCALA DE TEMPERATURAS CELSIUS. *(Celsius Temperature Scale).* La escala de temperatura Celsius se utiliza en todo el mundo. Se basa en una escala de medición en centígrados (o sea, "por cientos"). Por eso, es común referirse a los grados Celsius como *grados centígrados.* Esta escala ofrece la ventaja de sus unidades decimales. Los decimales son parte de un sistema numérico basado en el diez. Es más fácil de usar cuando se hacen ciertos cálculos. En caso de que todavía no esté familiarizado con los decimales, tendrá oportunidad de aprender más sobre ellos en una lección posterior.

Los puntos fijos de la escala Celsius son distintos de los puntos fijos de la escala Fahrenheit. El punto de ebullición se indica como 100 °C y el punto de congelación como O °C.

Como técnico en REAC, verá que la medición de la temperatura tiene mucha importancia. La escala de temperatura Celsius será una de las dos escalas que utilizará. La otra se llama escala de temperatura Fahrenheit, que definimos después del siguiente comentario.

La determinación de la humedad relativa es una de las operaciones para las que las lecturas de la temperatura son muy importantes.

ESCALA DE TEMPERATURA FAHRENHEIT *(Fahrenheit Temperature scale).* La escala de temperatura Fahrenheit fue inventada por un científico alemán a principios del siglo **XVI11.** Esta escala lleva el nombre de su creador, Gabriel D. Fahrenheit, y se utiliza en algunos países.

La escala de temperatura Fahrenheit tiene dos puntos fijos. El estándar de estos puntos es agua pura a presión atmosférica. Los dos puntos fijos son: el punto de ebullición y el punto de congelación. En la escala de temperatura Fahrenheit, el punto de ebullición del agua es 212 °F y el punto de congelación, 32 °F. Entre el punto de ebullición y el punto de congelación del

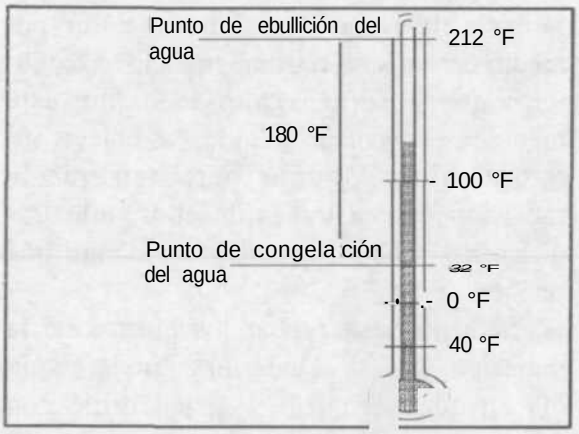


Figura 2-3. Escala de temperatura Fahrenheit.

agua hay una diferencia de 180 °F. (Consulte la Figura 2-3.)

EVAPORACIÓN *(evaporation).* La evaporación es un proceso de calentamiento. El calentamiento causa el aumento de la temperatura. La evaporación puede transformar un líquido, como el agua, en un gas. La evaporación está presente cuando se hierve (calienta) agua, que se transforma en vapor (un gas).

HUMEDAD *(humidity).* El aire está impregnado de agua. A esta agua que hay en el aire se le llama humedad. Cuando el aire contiene toda la humedad (vapor) que le es posible, decimos que está saturado. La humedad se mide en dos formas distintas. Con uno de los métodos se mide la *humedad específica y* con el otro, la *humedad relativa,* las cuales se definen a continuación.

HUMEDAD ESPECIFICA *(specific humidity).* La humedad específica es el peso efectivo del vapor de agua mezclado en el aire. Este peso se expresa en libras de vapor de agua por libra de aire seco.

HUMEDAD RELATIVA *(relative humidity).La* humedad relativa es la medida del grado de saturación del aire. La cantidad de saturación se expresa como un porcentaje. En una escala de O a 100%, una humedad relativa de 0% nos dice que el aire está completamente seco. En el otro extremo, una humedad relativa de 100% nos indica que el aire está completamente saturado.

La humedad relativa tiene un efecto directo en el cuerpo humano. Cuando los niveles de la humedad relativa son muy altos (o sea, que sobrepasan de 50%), el cuerpo se siente incómodo y pegajoso. Se suda mucho y en la noche cuesta trabajo dormirse.

Siempre que la gente habla de la humedad, lo que hace es hablar de la humedad relativa.

PRESIÓN ATMOSFÉRICA *(atmospheric pressure).* La Tierra está rodeada de aire que llamamos *atmósfera.* La atmósfera se extiende por arriba de la superficie de la Tierra hasta una altura de unos 320 kilómetros (Consulte la Figura 2-4). Puede suceder que en la atmósfera haya presión. Esta *presión* es debida al peso efectivo del aire que presiona contra la superficie de la Tierra. La presión atmosférica puede medirse con un instrumento llamado *barómetro.*

PROCESOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR *(heat-transfer processes).* El calor siempre fluye alejándose de sí mismo. Se desplaza hacia una temperatura más fría. Se transfiere de una sustancia a otra y de un lugar a otro, de tres formas distintas. Estas

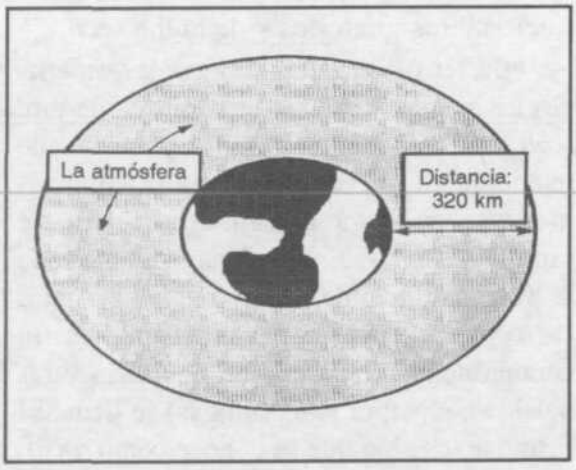


Figura 2-4. La Tierra y su atmósfera.

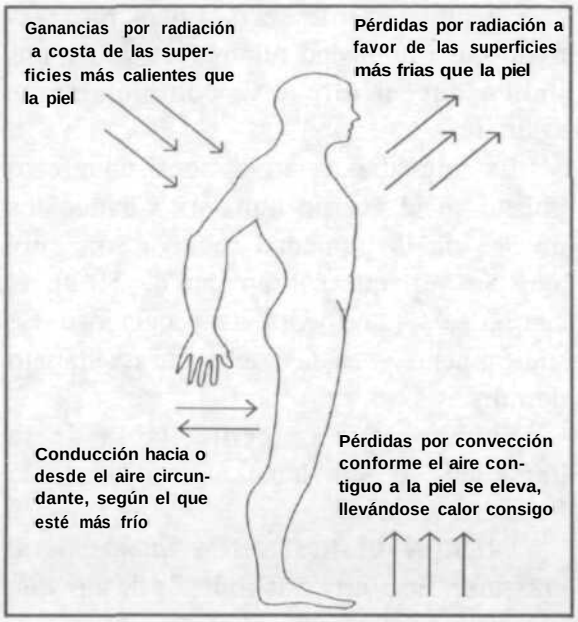


Figura 2-5. El cuerpo y los procesos de traansferencia de calor.

formas o procesos de transferencia se conocen como *conducción, convección y radiación.* (Consulte la Figura 2-5.)

PSICRÓMETRO GIRATORIO *(sling psychrometer).* El psicrómetro giratorio es un instrumento que contiene dos termómetros. Uno es un termómetro de *bulbo seco,* el otro, de *bulbo húmedo.* Este instrumento se utiliza para determinar la humedad relativa. (Consulte la Figura 2-6.) Más adelante en esta lección, y en futuras lecciones, aprenderá usted sobre los psicrómetros giratorios y de bulbo seco.

PUNTO DE ROCIÓ *(dew point temperature).* Cuando se enfría una mezcla de aire seco y vapor de agua, el aire ya no puede retener la misma cantidad de agua. Gradualmente, se llega a una condición de saturación. (O sea, que el aire retiene toda la humedad posible.) Si se reduce aún más la temperatura, el resultado es la condensación del vapor de agua. En otras palabras, el vapor agua (un gas) se licúa. El resultado es algo que se conoce *como rocío.*

RADIACIÓN *(radiation).* La radiación es el más común de los métodos para la transferencia de calor. Transfiere el calor por medio de ondas electromagnéticas. Los objetos que absorben calor mediante este método se calientan. No todos los objetos absorben calor. Algunos permiten que la radiación pase a través de ellos, mientras que otros reflejan la energía radiante que reciben.

Si le interesa probar los efectos de la radiación, sálgase al exterior en invierno, un día en que haga frío y el sol brille con mucha intensidad. Procure quedarse en algún lugar en que haya sombra. Su cara se pondrá fría. Pero si se queda al descubierto y voltea hacia el sol, sentirá los efectos de la radiación. Su cara absorberá el calor de los rayos calientes del sol.

REFRIGERANTES *(refrigerants).* Los refrigerantes son sustancias que tienen un bajo punto de ebullición. Se utilizan para transferir la energía que se necesita en el proceso de refrigeración. Extraen el calor del aire y de los objetos que están a su alrededor. (Consulte la Figura 2-7.)

En su oportunidad, usted aprenderá acerca de los refrigerantes y lo necesarios que son en el ciclo de refrigeración.

TEMPERATURA *(temperaturé).* La temperatura de un cuerpo o de una sustancia, se puede medir en términos de "frial-

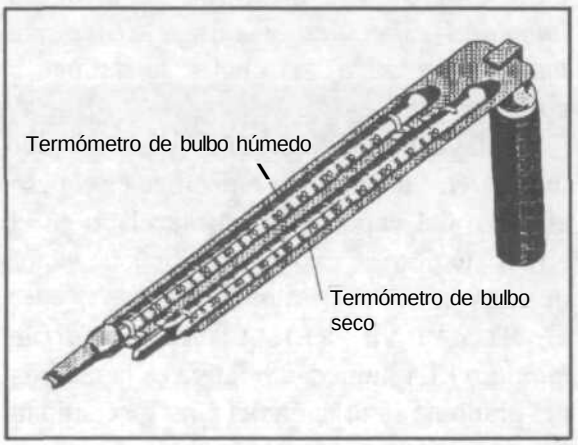


Figura 2-6. Psicrómetro giratorio.

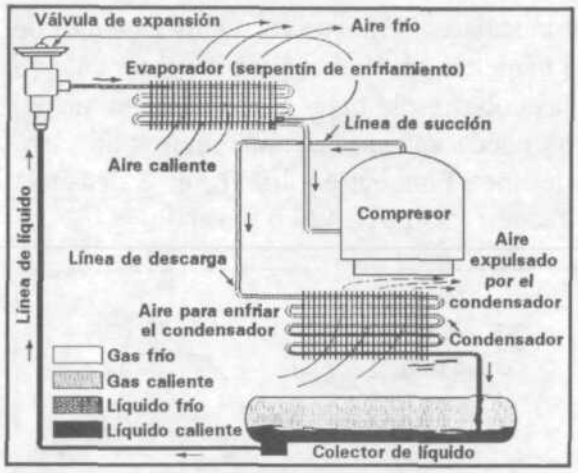


Figura 2-7. Los refrigerantes fluyen *por* el ciclo de refrigeración.

dad" (frío) o de "calidez" (calor). Los instrumentos que se utilizan para determinar la temperatura se llaman *termómetros.*

Las temperaturas se expresan en grados. Los grados de temperatura se pueden leer de acuerdo con dos diferentes escalas de temperatura. Una es la escala de temperatura Celsius y la otra se conoce como la escala de temperatura Fahrenheit.

TEMPERATURA DE BULBO HÚMEDO *(wet-bulb temperature).* La temperatura de bulbo húmedo puede tomarse también con un termómetro normal, sólo que el bulbo del termómetro se envuelve con una mecha humedecida con agua. Antes de leer la temperatura tomada con un termómetro de bulbo húmedo, se debe colocar éste en una corriente de aire en movimiento. Las lecturas de bulbo húmedo son de importancia en la medición de la temperatura y la humedad.

TEMPERATURA DE BULBO SECO *(dry-bulb temperature).* La temperatura de bulbo seco se toma con un termómetro normal. Registra la temperatura del *calor sensible* contenido por la sustancia. No da ninguna información acerca del contenido de *calor latente.* Como recordará, estos dos términos, calor sensible y calor latente, ya fueron definidos en esta sección.

Cuando usted sea un técnico en acondicionamiento de aire, podrá leer las temperaturas de bulbo seco. La lectura de bulbo seco se puede hacer indistintamente con las escalas de temperatura Celsius y Fahrenheit. Es muy fácil hacer una lectura de bulbo seco, así como muy importante cuando hay que determinar la humedad relativa.

TEMPERATURA EN EL PUNTO DE ROCIÓ *(dew-point temperature).* El contenido de humedad en el aire determina la temperatura en el punto de rocío. Esta es la temperatura a la que el vapor de agua comienza a condensarse, conforme se enfría la mezcla de aire seco y vapor de agua.

TERMÓMETRO *(thermometer).* Como ya se dijo, los termómetros se utilizan para determinar las temperaturas de los cuerpos y de las sustancias. Los termómetros utilizados en el campo del aire acondicionado son manuales y bastante pequeños, por lo que es posible llevarlos en el bolsillo. Están hechos de vidrio y contienen un líquido, que es alcohol o mercurio. Los cambios de temperatura en el aire circundante hacen que el líquido se expanda o se contraiga, de manera que suba o baje dentro del tubo del termómetro. Tanto en la escala Celsius como en la Fahrenheit, las temperaturas se leen en la parte superior de la columna de líquido.

Piense en alguna ocasión en la que haya estado enfermo. ¿Tuvo usted fiebre? De ser así, se sintió usted muy acalorado, y seguramente le tomaron la temperatura con un termómetro. ¿Se acuerda?

TERMOSTATO *(thermostat).* Un termostato es un instrumento capaz de detectar la temperatura y de indicar lo que se debe hacer para mantener un espacio determinado dentro de los límites de temperatura que se hayan fijado. Los termostatos se pueden instalar en habitaciones, tuberías y ductos.

TIEMPO *(weather).* El tiempo es una combinación de elementos como la temperatura, el viento y la lluvia. Las nubes y la luz solar son otros elementos del tienmpo, así como la humedad, la visibilidad y la presión atmosférica. El tiempo cambia con las estaciones. En áreas en las que las condiciones del tiempo son extremas, hay únicamente dos estaciones. Y las áreas en las que existe un equilibrio entre las condiciones moderadas y extremas del tiempo, tienen cuatro estaciones. (Consulte la Figura 2-8.)

VISIBILIDAD *(visibility).* El término visibilidad se refiere al grado de claridad que tiene el aire. Un cielo claro permite una buena visibilidad. La mala visibilidad es causada por la niebla, la contaminación, la lluvia, la nieve y otras condiciones.

Cuando la visibilidad es buena, se puede ver a kilómetros y kilómetros de distancia. En realidad, usando unos binoculares, se puede ver a varios cientos de kilómetros alrededor. Pero a veces, cuando las nubes están bajas y producen la niebla, se puede ver apenas unos metros adelante de uno. También es difícil ver a distancia cuando está lloviendo o nevando.

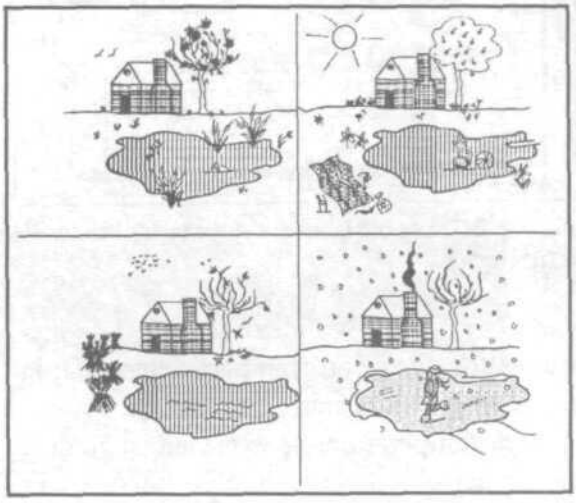


Figura 2-8. Distinto tiempo para distintas estaciones.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V si considera verdadera la afirmación, o la letra F si la considera falsa. (Como Ejemplo, *hemos contestado a la primera afirmación, continúe usted a partir de la segunda afirmación.)*

1.	El aire es la sustancia patrón para las mediciones de calor-energía.	(F)	V
2.	El calor es energía y la energía es movimiento.	F	V
3.	El calor siempre se transfiere de un cuerpo caliente a un cuerpo frío.	F	V
4.	La conducción, la convección y la radiación son métodos o procesos para la transferencia de calor.	F	V
5.	La medición de la temperatura no es tan importante en el campo de la refrigeración y el aire acondicionado.	F	V
6.	Humedad específica y humedad relativa significan lo mismo.	F	V

Respuestas

1. F (El *agua* es la sustancia patrón para las mediciones de calor-energía. 2. V 3. V 4. V 5. F (La determinación de la humedad relativa, por ejemplo, es una de las operaciones para las que la medición de la temperatura es muy importante.) 6. F (La *humedad específica* es el peso efectivo del vapor de agua mezclado en el aire. La *humedad relativa* es la medida del grado de saturación del aire.)

Las seis condiciones del aire acondicionado.

Al escuchar el término *acondicionamiento de aire,* la mayoría de la gente piensa en la refrigeración. Pero el acondicionamiento de aire es bastante más que eso. Cuando nos referimos a él, lo que nos interesa es el control del aire durante todo el año.

Son seis las condiciones o propiedades del aire acondicionado que intervienen en el control del aire para el confort humano. Dichas condiciones tienen que ver con:

- la calefacción,
- la refrigeración,
- la humedad,
- la filtración del aire,
- el movimiento del aire,
- la ventilación.

Calefacción. El calentamiento del aire interior proporciona a las personas un medio ambiente cálido y confortable; además, ofrece protección contra las duras condiciones del tiempo invernal.

Refrigeración. La refrigeración o enfriamiento del aire interior genera un medio ambiente fresco y confortable que ofrece protección contra las duras condiciones del tiempo del verano.

Humedad. La humedad interviene para agregarle o quitarle agua al aire interior cuando está siendo calentado o refrigerado.

Filtración del aire. La filtración del aire se encarga de extraer el polvo, el polen y los contaminantes tanto del aire interno recirculado como del aire fresco introducido desde el exterior.

Movimiento del aire. El movimiento del aire se ocupa de la circulación del aire acondicionado.

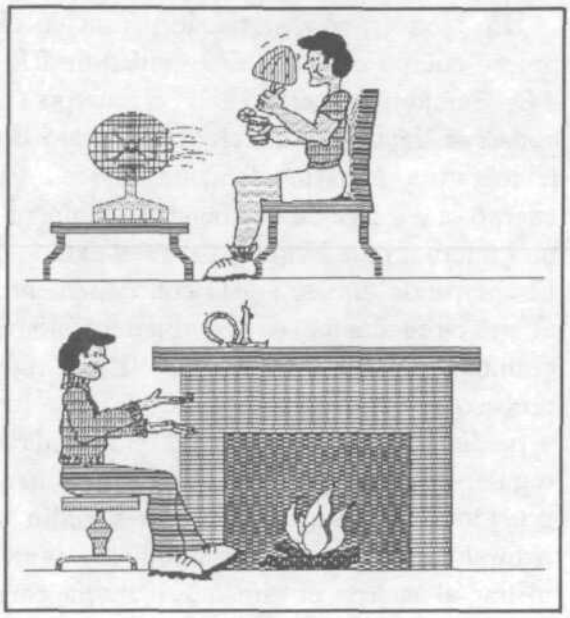


Figura 2-9. Condiciones de la calefacción y la refrigeración.

Ventilación. La ventilación suministra aire fresco al aire acondicionado.

Durante sus estudios para técnico en refrigeración y aire acondicionado, verá usted que todas estas condiciones se combinan para producir el efecto que se desea. Por ejemplo, para conseguir un efecto de refrigeración, no basta con reducir la temperatura del aire. Se necesita también que el aire circule. Si éste no circula, las personas se sentirán sofocadas. Las seis condiciones del aire acondicionado trabajan unas con otras para producir todo lo que se requiere para el confort.

Tomemos como ejemplo un día en que hace frío. Cuando sale uno al exterior, siente frío. Pero si el viento sopla con fuerza (circulación del aire), siente uno más frío todavía, a pesar de que la temperatura no haya cambiado. A este fenómeno se le llama *factor de viento y frío.* El término se utiliza en los reportes del tiempo, cuando se habla de ventiscas y tiempo extremadamente frío. Este es un ejemplo de dos condiciones que se combinan para producir un efecto.

En cierto modo, se puede pensar en el propio cuerpo como en una unidad de REAC. Cuando uno está sano, el cuerpo se conserva dentro de un cierto intervalo de temperatura, aproximadamente 36.4 °C. El cuerpo se encarga de mantener esa temperatura interna, pase lo que pase en el exterior. El cuerpo de uno se ajusta constantemente al aire circundante, sea absorbiendo calor o eliminándolo. En términos de REAC, este proceso se conoce como ganancia de calor y pérdida de calor. A su vez, esto ayuda a regular el contenido de humedad del cuerpo. La respiración, un proceso sencillo y natural, actúa para filtrar, circular y suministrar al cuerpo el aire que necesita para funcionar bien.

La transpiración, por ejemplo, es utilizada por el cuerpo para lograr una pérdida de calor. Se trata del proceso de evaporación en funcionamiento. Sin embargo, lo que el cuerpo puede hacer tiene un límite. Si usted se encontrara trabajando en el exterior, bajo un sol intenso y una temperatura de 38 °C, el sudar lo refrescaría al principio. Sin embargo, pasados unos minutos ya no sería suficiente. Usted tendría que alejarse del sol y tomarse un descanso. Necesitaría tomar un refresco o un vaso de agua fría, así como pararse frente a un ventilador. El deseo de conservar la salud y sentirse confortables impulsa a las personas a controlar y acondicionar el mundo en el que viven. Veamos los sistemas que se han inventado para tal fin, y la manera en que trabajan.

Condiciones de confort

¿Alguna vez ha tenido usted gripe, o se ha sentido "indispuesto"? Naturalmente que sí. Lo mismo le ha ocurrido a toda la gente, en todo el mundo. Muchas veces, la causa de que se enfermen las personas es por los cambios del tiempo.

Las condiciones del tiempo afectan la salud de los seres humanos. El tiempo frío obliga al corazón a trabajar más para mantener el flujo de la sangre que se requiere para conservar el calor corporal. El tiempo caluroso también afecta al cuerpo de otras maneras. La exposición al calor extremo puede producir dolores de cabeza o de estómago, así como una sensación general de enfermedad. Por lo tanto, la gente necesita crear un medio ambiente confortable en el que pueda trabajar, descansar y dormir.

Para que podamos crear ese medio ambiente confortable, empecemos por obtener una comprensión básica de la temperatura de nuestro cuerpo.

Temperatura corporal

La temperatura corporal promedio es de 36.4 °C. El cuerpo produce calor, y lo deja escapar hacia sus alrededores, de manera constante. Así, puede conservar la temperatura corporal en un nivel normal. El cuerpo gana calor mediante dos métodos y pierde calor de cuatro formas distintas.

Figura 2-10. La temperatura promedio del cuerpo es de 36.4 grados centígrados.

Estos métodos son los mismos que se utilizan en la industria del aire acondicionado para crear condiciones de calefacción y refrigeración que sean confortables.

Ganancias y pérdidas de calor corporal

Primero, veamos cómo es que el cuerpo gana calor. El calor corporal se obtiene por medio de dos procesos, que son: el metabolismo y la radiación.

Metabolismo. El cuerpo tiene la capacidad de producir su propio calor. A esto se le conoce como el proceso metabólico, y para que se realice esta función se necesita que haya una ingestión regular de alimento. El alimento sirve como combustible.

¿Cómo funciona este proceso? Realmente, es muy sencillo.

El siguiente ejemplo nos ayuda a explicar el proceso metabólico.

Imagínese que su cuerpo es una casa que contiene un pequeño horno. Un horno no puede trabajar si le falta combustible, ¿no es cierto? Claro. Pues tampoco el horno que hay dentro de su cuerpo. Los alimentos son el combustible para el cuerpo humano. Cuando usted come, los alimentos se transformar en energía que produce calor para todo su cuerpo. (Consulte la Figura 2-11.)

¿Qué sucede si le da muy poco alimento al horno? Entonces no puede producir suficiente calor para que su cuerpo se conserve caliente. Esta es la razón de que sintamos más hambre durante el invierno y de que, a veces, durante los meses más calurosos del verano, perdamos el apetito. En todo caso, es importante que llevemos bastantes alimentos al pequeño horno de nuestro cuerpo, de modo que pueda trabajar bien y proporcionarnos el calor necesario.

Radiación. El cuerpo también obtiene calor de fuentes externas. Esto ocurre por medio de la radiación del sol y de otros

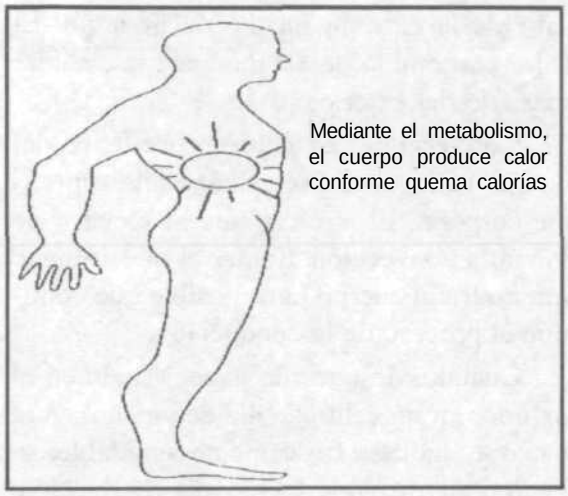


Figura 2-11. El cuerpo puede producir su propio calor.

objetos o superficies calientes, así como mediante la conducción y la convección del aire circundante.

Ya notó usted de qué manera su cuerpo gana calor cuando se encuentra bajo la luz directa del sol. Igualmente, puede ganar calor por medio de los efectos de la radiación si se coloca cerca de una fogata o muy cerca de una estufa.

Durante el invierno, deseamos que nuestro cuerpo reciba el calor resultante de la radiación. En el verano, deseamos que el cuerpo se deshaga del exceso de calor.

El cuerpo pierde calor mediante cuatro procesos:

- la conducción,
- la convección,
- la radiación,
- la evaporación.

Conducción. La temperatura de la superficie de la piel es de unos 32 °C. Cuando esta temperatura es más alta que la del aire circundante, el calor se traslada de la piel hacia el aire. Este proceso se conoce como conducción.

Cuando el aire está más frío que el cuerpo, le quita calor. Por eso uno siente frío al

salir de la casa en un día de invierno. El calor corporal lo deja a uno para irse al aire más frío del exterior.

Convección. El calor procedente del cuerpo calienta el aire cercano a la superficie corporal. El aire caliente se eleva, y se inicia la convección. Tomar el aire caliente que rodea al cuerpo hace posible que continúe el proceso de la conducción.

Cuando, después de haber estado en el exterior en un caluroso día de verano, entra usted a una casa frescamente agradable, su cuerpo pierde calor debido a la conducción. ¿Correcto? Pero si camina unos pasos a otro lugar de la habitación, donde un ventilador dirija una corriente de aire hacia su piel, se sentirá todavía más fresco. Este efecto se debe a la convección.

Radiación. Siempre que los objetos están rodeados por cualquier cosa que tenga una temperatura más baja, ocurre la radiación. Recuerde que el calor se traslada de las áreas más calientes a las más frías. Esto también sucede en el cuerpo humano. Por lo tanto, siempre que la temperatura es más baja que la de la superficie del cuerpo, éste radia calor hacia las paredes, los pisos, las ventanas e incluso hacia las afueras de las habitaciones.

Alguna vez, paseando en automóvil en un día de frío, ¿puso usted la mano caliente contra el cristal de la ventanilla? Cuando quitó su mano, estaba fría. Esto es un ejemplo de cómo se siente que un objeto que tiene una temperatura más baja que nuestro cuerpo nos quite nuestro calor corporal.

Evaporación. Cuando el aire circundante y los objetos cercanos tienen una temperatura mayor que la de la superficie de la piel, se pierde calor por medio de la evaporación. Este calor se pierde en forma de fluidos corporales. Se escapa mediante la evaporación del sudor.

La evaporación es la pérdida de calor a través de la humedad. El sudor, un líquido, utiliza el calor para transformarse en vapor. Obtiene este calor del cuerpo, de modo que uno se siente más fresco. Siempre que uno tiene mucho calor, el cuerpo, prudente y automáticamente, comienza a transpirar para deshacerse del exceso de calor corporal.

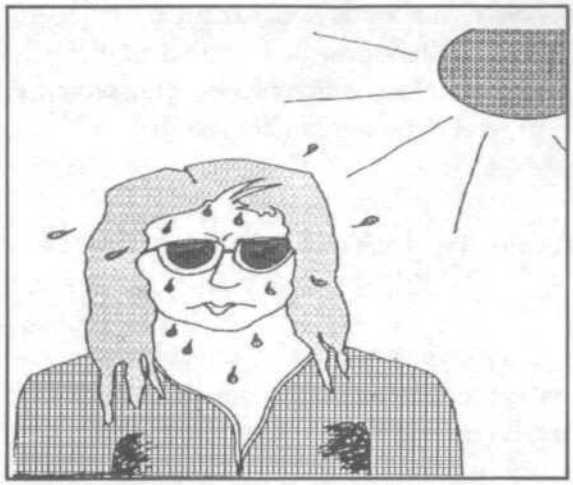


Figura 2-12. Evaporación del calor mediante los fluidos corporales.

La transpiración produce efectos más benéficos en los climas en los que la humedad relativa es baja. Esto se debe a que, cuando el aire está seco, puede absorber más humedad, la humedad de la transpiración. Si el clima es húmedo (si el aire está saturado, o casi), el aire no puede absorber más líquido. La evaporación es ineficaz.

Ahora comprende usted, en forma general, cómo el cuerpo humano regula el control del calor. Tenga presente que, al mismo tiempo, está usted aprendiendo los métodos utilizados en los aparatos de refrigeración y aire acondicionado para el confort humano. Sin embargo, antes de comenzar a estudiar los sistemas de refrigeración, tratemos de conocer más sobre el calor y sobre cómo funciona.

El calor como energía.

El *calor* es una forma de *energía,* energía que está contenida en moléculas. Los cam-

bios en la temperatura del calor se deben a los cambios en la energía interna de las moléculas de la sustancia. Cuando ocurre una ganancia o una pérdida de energía interna, puede suceder que el calor modifique el estado (la forma física) de la sustancia, más bien que su temperatura.

Veamos los tres distintos estados de la materia y cómo ocurren los cambios mediante la ganancia o la pérdida de calor. Para hacer esto, primero necesita usted algunos conocimientos sobre las moléculas y el calor.

Moléculas y calor

Todas las sustancias están hechas de millones de partículas diminutas llamadas *moléculas.* Estas moléculas no se pueden ver a simple vista porque son muy pequeñas. Son tan pequeñas, que se conocen como partículas submicroscópicas. Esto significa que no es posible verlas ni siquiera con un microscopio.

Las moléculas son partículas submicroscópicas que están formadas de partículas todavía más pequeñas, que se llaman *átomos.* A su vez, los átomos están hechos de una combinación de partículas elementales de un tamaño mucho menor, como los protones, los electrones y los neutrones.

Los protones, electrones y neutrones se combinan para formar los átomos. Los átomos se unen para formar moléculas, y las moléculas trabajan juntas para crear sustancias como los líquidos, los sólidos y los gases.

A temperaturas normales, las moléculas están siempre en movimiento constante. Sin embargo, no se mueven a la misma velocidad. La energía contenida por la molécula varía según su velocidad unitaria.

Ahora vamos a ver los tres estados de la materia y de qué manera los afectan las ganancias y las pérdidas de calor. Después veremos cómo están asociadas las moléculas con las distintas formas de materia que comúnmente llamamos líquidos, sólidos y gases.

Estados de la materia

Distintos objetos existen en tres distintos estados. Estos son los *sólidos,* los *líquidos y* los *gases.* Los sólidos son objetos como los métales, la madera y los minerales. El agua, el alcohol y la gasolina son líquidos. ¿Se acuerda usted de algunos gases? ¿Qué le parecen el oxígeno, el bióxido de carbono, el nitrógeno o el helio? Todos son gases. (Consulte la Figura 2-13.)

Los ingenieros y técnicos en el campo del acondicionamiento de aire necesitan considerar cómo actúan las sustancias en condiciones normales de temperatura y presión. Igualmente, necesitan comprender la manera en que estos tres estados de la materia pueden sufrir modificaciones de acuerdo con los cambios en las condiciones de temperatura y presión.

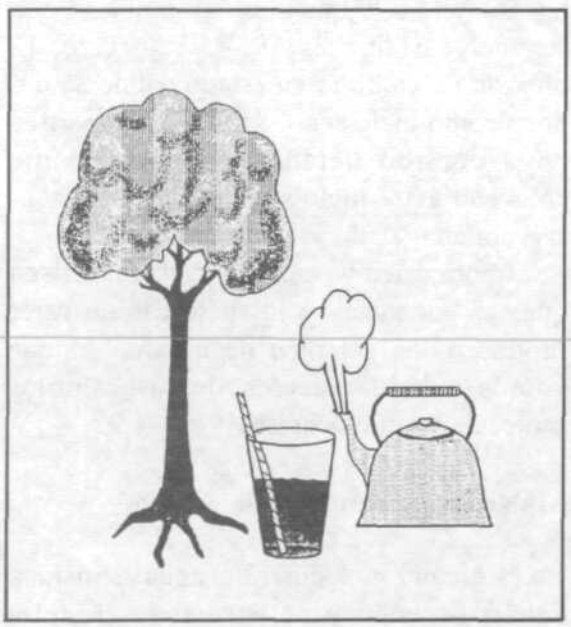


Figura 2-13. Los tres estados de la materia.

Consideremos el agua como una sustancia líquida. Sabemos que el agua se transforma en un gas o en vapor. Sabemos también que el agua puede convertirse en un sólido conocido como hielo. Pero, ¿cuándo sucede esto?

El agua se convierte en hielo cuando su temperatura baja a menos de O °C. Se transforma en vapor cuando su temperatura sube a más de 100 °C, bajo una presión atmosférica normal.

El plomo es un sólido, pero es posible transformarlo en líquido a una temperatura muy alta, una temperatura de 327 °C. Si aumentamos la temperatura todavía más, podemos hacer que se vuelva a transformar, ahora en gas. Y a una temperatura de 1 620 °C, el plomo se vuelve vapor.

Normalmente, el bióxido de carbono es un gas. Puede transformarse en estado líquido cuando su temperatura se reduce a 60 °C bajo cero. Si la temperatura se reduce todavía más, se transforma en un sólido. La temperatura a la que el bióxido de carbono se vuelve sólido es 79 °C bajo cero. El bióxido de carbono en estado sólido se conoce como hielo seco. Es posible que usted haya comido helado de un recipiente colocado entre hielo seco para que se conservara congelado.

Ahora usted ya comprende la manera en que las ganancias y las pérdidas de calor producen los cambios de estado, así que vamos a hablar acerca de los cambios moleculares que ocurren.

Moléculas y cambios de estado

La estructura molecular del agua es distinta según se encuentre en estado líquido, gaseoso o sólido.

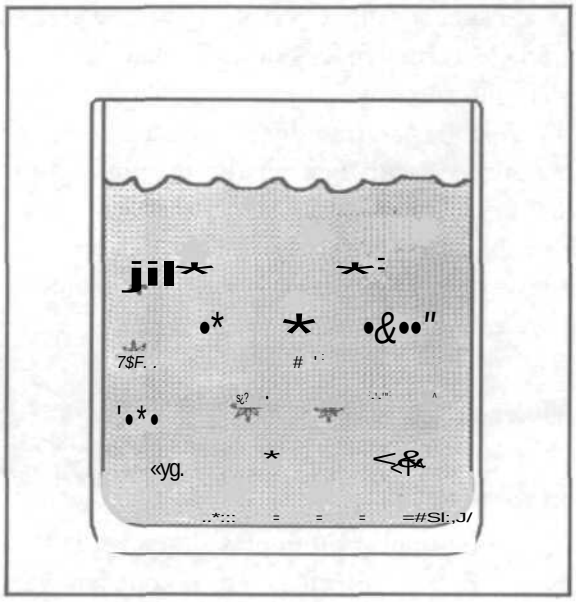


Figura 2-14 Representación esquemática de moléculas de agua.

Cuando el agua está en un estado líquido, sus moléculas se mueven de manera irregular; chocan frecuentemente unas contra otras. Las moléculas están mucho más separadas cuando el agua se encuentra en un estado gaseoso, en forma de vapor. Cuando está en un estado sólido, las moléculas están muy cercanas entre sí.

Comprenda bien este proceso, porque estas tres etapas de la estructura molecular son comunes a todos los líquidos, sólidos y gases.

Seguramente, en este momento ya comprende usted bastante bien qué es el calor. Ya leyó sobre los métodos utilizados por el cuerpo humano para obtener calor y deshacerse de él. Ahora, verá la estrecha relación existente entre el cuerpo humano y los sistemas de refrigeración y aire acondicionado. Pero antes de seguir adelante, efectúe el siguiente ejercicio.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V si considera verdadera la afirmación, o la letra F si la considera falsa.

1. Por medio de la transpiración, el cuerpo humano tiene una ganancia de calor. F V
2. Al comer, los alimentos se transforman en la energía que suministra calor para todo el cuerpo humano. F V
3. La evaporación es la pérdida de calor a través de la humedad. F V
4. El agua se transforma en hielo cuando gana calor. F V
5. El vapor de agua se convierte en agua líquida cuando gana calor. F V

Respuestas

1. F (El cuerpo humano pierde calor por medio de la transpiración.) 2. V 3. V 4. F (El agua pierde calor al enfriarse y convertirse en hielo. Por el contrario, el hielo gana calor al derretirse.) 5. F (El vapor de agua pierde calor al convertirse en agua líquida. Recuerde que el vapor de agua se produce al calentar agua.)

Calefacción y refrigeración

Ha aprendido usted muchas cosas acerca de la temperatura del cuerpo y la energía calórica. Más adelante, en esta lección, aprenderá acerca de la humedad. Estos son aspectos importantes que necesita comprender. Por ahora, vamos a darle un vistazo a algunas de las condiciones necesarias para regular el confort humano mediante el aire acondicionado.

Cuando calentamos o enfriamos aire, nos interesa algo más que la simple temperatura del aire. Nos interesan también su humedad relativa y su movimiento. Así es, porque la salud y el confort humanos son afectados directamente por la condición del aire que nos rodea cada día.

Los contaminantes constituyen otro factor importante que se debe tener en cuenta para el acondicionamiento de aire. Los contaminantes son partículas de polvo y otras materias suspendidas en el aire, que son perjudiciales para la salud. (Consulte la Figura 2-15.)

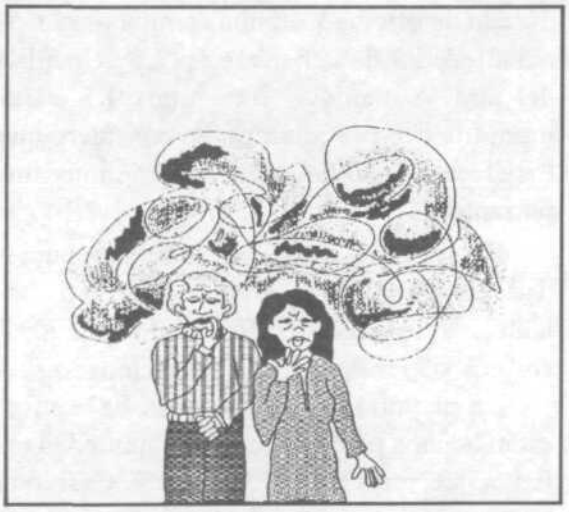


Figura 2-15. Polvo y contaminantes en el aire.

Temperatura efectiva. Durante muchos años, la Sociedad Estadounidense de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Acondicionamiento de Aire (conocida como ASHRAE, que son las siglas de su nombre en inglés) hizo investigaciones para determinar las condiciones ideales para el

confort humano. Los estudios se centraban en la relación entre la temperatura, la humedad y el movimiento del aire. Se hicieron pruebas con seres humanos tanto en verano como en invierno. Como resultado de estas investigaciones se obtuvo una buena idea de la temperatura efectiva (TE).

Se determinaron las temperaturas efectivas para condiciones de verano y de invierno. Se descubrió que la condición ideal para el confort humano durante el verano era una temperatura de 24 ° (76 °F) (temperatura de bulbo seco), con una humedad relativa (HR) de 50%. La condición ideal para el invierno variaba sólo un poco, con una temperatura de bulbo seco de 22 °C (72 °F) y una humedad relativa (HR) de 50%.

Los resultados de las investigaciones se basaban en diversos factores. Todos los sujetos investigados estaban vestidos con ropa apropiada para la vida en interiores. Todas sus ocupaciones eran ligeras: la lectura, el trabajo de oficina y alguna caminata ocasional alrededor de la habitación. La velocidad del aire se mantuvo entre unos 4.5 a 7.5 mpm (metros por minuto). Se consideró que los efectos de la radiación no eran muy importantes.

Humedad. Como usted ya sabe, la humedad relativa (HR) ideal es de 50%. No obstante, a veces resulta difícil lograr este ideal con los sistemas de aire acondicionado.

La mayoría de los sistemas de confort están hechos para producir una humedad relativa que varía entre 30% y 70%. Casi toda la gente se encuentra bastante confortable dentro de este intervalo. Los equipos diseñados para satisfacer esta norma de HR son menos costosos.

Para la refrigeración durante el verano, lo mejor es mantenerse en un intervalo inferior a 50% de HR, de ser posible.

Ventilación. Las personas afectan al aire que las rodea. Inhalamos oxígeno y exhalamos bióxido de carbono. El simple proceso de la respiración de un grupo de personas en una habitación puede hacer que el aire se vuelva malsano para todas. Además, el cuerpo pierde transpiración y calor. Esto también afecta al aire de una habitación cerrada. El fumar y cocinar en espacios reducidos causa otros prejucios al aire. Ahora se dará cuenta de la importancia del aire fresco para el confort humano.

La ventilación es necesaria para suministrar aire fresco a los edificios y casas. La ventilación trae aire fresco al espacio cerrado y se lleva el aire viciado y sucio. También ayuda a limpiar el aire del interior, de polvo y pelusilla. Usando la ventilación, se crea una sensación de "aire fresco" y se elimina la molesta sensación de "aire muerto". (Consulte la Figura 2-16.)

La "frescura" del aire se relaciona con su contenido de *iones* en un momento determinado. Las moléculas del aire se rozan unas contra otras. Cuando esto ocurre, los electrones son arrojados de algunos átomos, haciendo que en otros se acumulen en exce-

Figura 2-16. Un cuarto sin ventilación.

so. Los átomos con carga positiva o con carga negativa se llaman *iones.*

El hacer circular el aire de los interiores por medio de fuelles y ventiladores no ayuda gran cosa a producir el nivel de iones que se necesita. Por lo tanto, siempre que se acondicione el aire para tener un ambiente confortable, se le debe proporcionar ventilación con una cierta cantidad de aire del exterior.

¿Ha estado alguna vez en un cuarto sin ventilación? En tal caso, probablemente se dio cuenta de la molesta sensación de "aire muerto" ocasionada por la falta de aire fresco. Otra cosa: ¿algunos estados del tiempo hacen que se sienta "'fuerte" y lleno de energía, pero en otros se siente "decaído" y lento? Hay quienes creen que esto se relaciona con los iones del aire.

Movimiento del aire. Cuando aumenta la velocidad del aire, sentimos como si hubiera disminuido la temperatura. Veamos un ejemplo: supongamos que tenemos una temperatura de bulbo seco de 27 °C y una humedad relativa de 50%. Si agregamos una velocidad de aire de 6 mpm (metros por minuto), tendremos una temperatura efectiva de 23.5 °C. Sin embargo, si aumentamos la velocidad del aire a 60 mpm, la temperatura efectiva bajará a 22 °C. En otras palabras, como el aire se mueve más aprisa, uno siente más fresco.

Cuando quisiéramos lograr el control del clima y el confort, la velocidad del aire no debería exceder 30 mpm. La razón es que no conviene que el aire sople directamente en la piel. Las personas son sensibles a las corrientes de aire, tanto caliente como frío. Son más sensibles a las corrientes de aire caliente.

Si usted vive en una casa o un apartamento nuevos, lo más probable es que no tenga problemas de corrientes de aire. Pero si vive en una casa algo vieja, tal vez las cosas son distintas. Puede haber corrientes cerca de las puertas y ventanas, o pueden entrar por las hendiduras de los pisos y las paredes. De modo que si vive en una casa algo vieja, conviene que no deje entrar las corrientes, pues quizá reduzcan la eficacia de los sistemas de refrigeración.

Contaminantes. El polen, el polvo y otras partículas pequeñas que flotan en el aire les causan problemas a muchas personas. Por consiguiente, los sistemas de aire acondicionado que han sido bien diseñados tienen dispositivos de filtración para limpiar tanto el aire que llega del exterior como el que regresa a él. Un buen sistema de filtración puede eliminar del aire hasta 95% del polen y otras partículas.

Los filtros se fabrican con lana de vidrio y otros materiales de contacto. Hay que mantenerlos siempre limpios y darles un servicio apropiado. (Consulte la Figura 2-17.)

Ahora conoce usted algunas de las normas ideales que se han establecido en el campo del acondicionamiento de aire para el confort humano. Como técnico en refri-

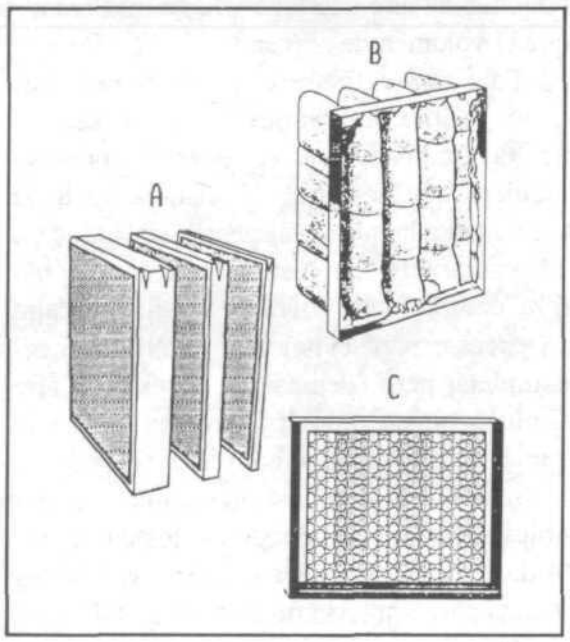


Figura 2-17. Filtros. *(A)* Para uso repetido. *(B)* De fibra, desechable. *(C)* Tipo cartucho, desechable.

geración y aire acondicionado, estará muy relacionado con las formas de crear esas condiciones. Así que, a continuación, veremos los sistemas que trabajan para ello.

Sistemas de calefacción.

Durante casi 200 años, en los países industrializados donde predominan los climas fríos la gente ha calentado sus casas y lugares de trabajo con una clase de combustibles que se llaman *hidrocarburos.* Los hidrocarburos más comunes son el carbón, el petróleo y el gas natural. Debido a la escasez de estos hidrocarburos, se han estado haciendo investigaciones para desarrollar nuevas fuentes de energía.

La combustión convierte los combustibles en energía calórica. El proceso de combustión requiere una temperatura determinada y un adecuado abastecimiento de oxígeno. La combustión consume una gran cantidad de aire, ya que el aire contiene sólo 21% de oxígeno. Para suministrar una determinada cantidad de oxígeno, se necesita un volumen de aire casi cinco veces más grande que el volumen de oxígeno.

Para convertir en calor la mayor cantidad posible de combustible, es necesario que la combustión sea completa. El proceso requiere que se regule cuidadosamente la velocidad a la que se alimentan (introducen) a la cámara de combustión tanto el combustible como el aire. Siempre se alimenta aire en exceso, para evitar una combustión incompleta; pero "demasiado exceso" de aire también puede reducir la eficiencia con la que el combustible se convierte en energía.

Durante la combustión de los combustibles se utilizan quemadores, los cuales introducen las cantidades de combustible correctas para que la combustión sea siempre buena.

Para la calefacción de espacios, existen dos métodos que se conocen como sistemas de radiación directa y sistemas de aire caliente. Ambos nombres indican el método para la transferencia del calor. Por ejemplo, en el *sistema de radiación directa,* el calor lo proporcionan agua caliente o vapor a baja presión que circula por las unidades; o el calentamiento de los elementos con calentadores de resistencia eléctrica.

El *sistema de aire caliente* produce calor mediante otro método, que consiste en distribuir el aire caliente a través de una red de duelos. Para calentar el aire en este tipo de sistemas, se utilizan serpentines, hornos de encendido directo y calentadores eléctricos, de franjas.

Sistemas de refrigeración

La *refrigeración* (enfriamiento) **no** es un proceso que consista en agregarle frío a un área caliente. En realidad, es el proceso de extraer calor de un área con el fin de reducir la temperatura de esa área. Como el calor es energía, la extracción de calor equivale a extraer energía de las moléculas. En el caso del proceso de acondicionamiento de aire, la dificultad consiste en cómo extraer calor del aire. Para hacerlo, el aire tiene que entrar en contacto con un material cuya temperatura sea más baja que la del aire. Este material de baja temperatura puede ser un rocío de agua helada o una superficie metálica fría. Con cualquiera de los dos es necesario utilizar un refrigerante que se evapore. Este refrigerante fluye a través de los tubos de un congelador de agua o en el serpentín de un mecanismo de expansión directa. (Consulte la Figura 2-18.)

El calor fluye por conducción a través del metal y penetra en el refrigerante líquido. Los refrigerantes son líquidos que hierven a temperaturas muy bajas (en contraste con el agua, que no hierve sino cuando tiene una temperatura de 100 °C). El calor conducido hace que el refrigerante líquido hierva

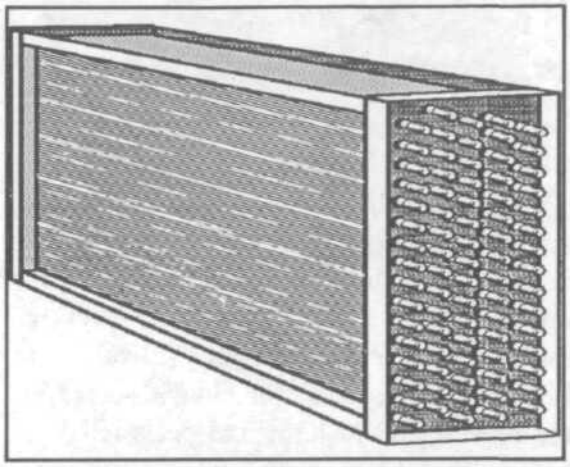


Figura 2-18. Serpentín de agua helada.

y cambie de estado. El refrigerante se transforma de un líquido en un vapor. En este cambio, se consume el calor que se desea eliminar.

Luego, el refrigerante, en estado de vapor, debe ser transformado nuevamente en un líquido. De esta manera, se puede seguir usando el mismo líquido para extraer calor mediante el proceso de la conducción. Por lo tanto, hay que suministrarle energía al refrigerante vaporizado. Bajo presión atmosférica y a temperatura normal, casi todos los refrigerantes son vapores (gases). Es fácil transformarlos en su forma líquida al aumentar la presión.

No todos los refrigerantes pueden completar el ciclo de vapor a líquido y vuelta a vapor con la misma velocidad.

Entre los refrigerantes que se utilizan en los diferentes tipos de sistemas de aire acondicionado se cuentan el amoniaco, el Freón II, el Freón 12, el Freón 22 y el Freón 500. En una lección posterior estudiaremos los refrigerantes.

Sistemas de humidificación

Dijimos que para producir un ambiente confortable no era suficiente cambiar nada más la temperatura. También se deben tener en cuenta las otras condiciones del aire acondicionado. La *humedad* es una de esas condiciones. La refrigeración es un proceso que no solamente reduce la temperatura de bulbo seco, sino que también elimina la humedad contenida en el aire. Se eliminan tanto el calor latente como el calor sensible. Esto es algo muy conveniente, pues muchas veces uno quiere reducir la humedad, además de la temperatura. Existen tres métodos de refrigeración y deshumidificación.

Método uno. Un agente químico deshidratante absorbe la humedad del aire. La sílice gelatinosa y el bromuro de litio son dos de esos agentes. A continuación, el aire se somete a un proceso mediante el cual se le extrae el calor sensible. En este proceso se utiliza un serpentín de expansión directa o de agua helada.

Método dos. La refrigeración y la deshumidificación ocurren cuando se fuerza una corriente de aire a través de un rocío de agua helada o de un rocío de agua recirculada. El rocío debe tener una temperatura mucho más baja que el punto de rocío del aire entrante. (Consulte la Figura 2-19.)

Método tres. El aire que pasa por arriba de un serpentín de refrigeración cuando éste está circulando un refrigerante en estado de

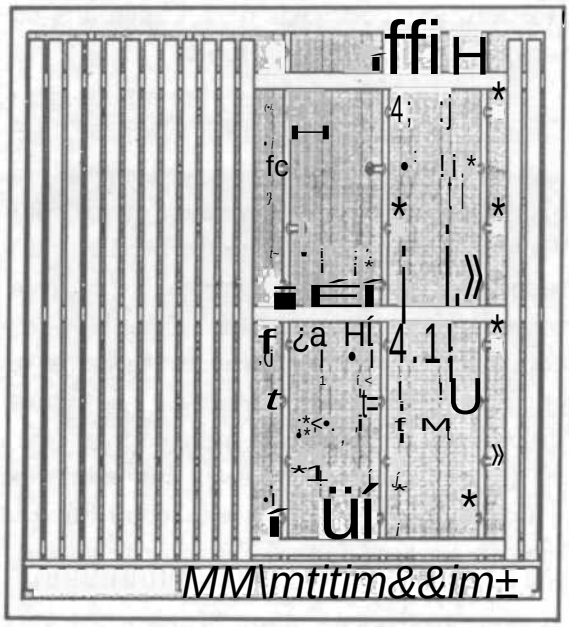


Figura 2-19. Cámara de rocío de agua helada.

vapor, o agua helada, extrae tanto el calor sensible como el calor latente. Para que ocurra la deshumidificación, la temperatura del serpentín debe ser más baja que la temperatura en el punto de rocío del aire entrante.

El primer método se puede usar sólo de manera muy limitada. Una de las razones es el costo de los agentes deshidratadores. Otra de las dificultades se relaciona con la reactivación de los agentes, para que puedan volver a utilizarse. No obstante, el diseño del equipo que hace posible este método es algo sencillo.

El segundo método es muy útil donde se necesitan proporciones de flujo muy voluminosas. Este sería el caso de lugares como los teatros, los salones de convenciones y las arenas deportivas.

El tercer método se usa en las casas, las oficinas y la industria.

La próxima vez que en una casa o una escuela disfrute del frescor del aire acondicionado, ya sabrá cuál de los métodos de refrigeración se está utilizando.

La humedad del aire es importante para la salud humana. Los filtros eliminan casi toda la materia sólida del aire. Después, la que logra escaparse es eliminada en los conductos nasales para que no llegue a los pulmones. Pero, cuando el aire está seco, esta materia sólida no se queda atrapada en los conductos nasales. Y entonces, la gente se enferma de gripe y otros males. Los humidificadores mantienen la humedad del aire; al mismo tiempo, conservan húmedos los conductos nasales. Todo ello contribuye a mejorar la salud de los habitantes de la casa. Posiblemente esta es la razón más importante para instalar un humidificador.

Si los efectos de la deshumidificación son graves, entonces será necesario agregar al sistema un humidificador. Una manera muy sencilla de hacerlo es poner sobre el radiador una bandeja con agua. El calor que sale del radiador hace que el agua se evapore, aumentando la humedad del aire. Posiblemente ya hizo usted esto, o quizá haya usado un humidificador o un vaporizador. Estos pequeños aparatos hacen casi lo mismo, con la ventaja de que el agua no se derrama. Para transformar el agua en vapor, usan el calor de la electricidad. (Consulte la Figura 2-20.)

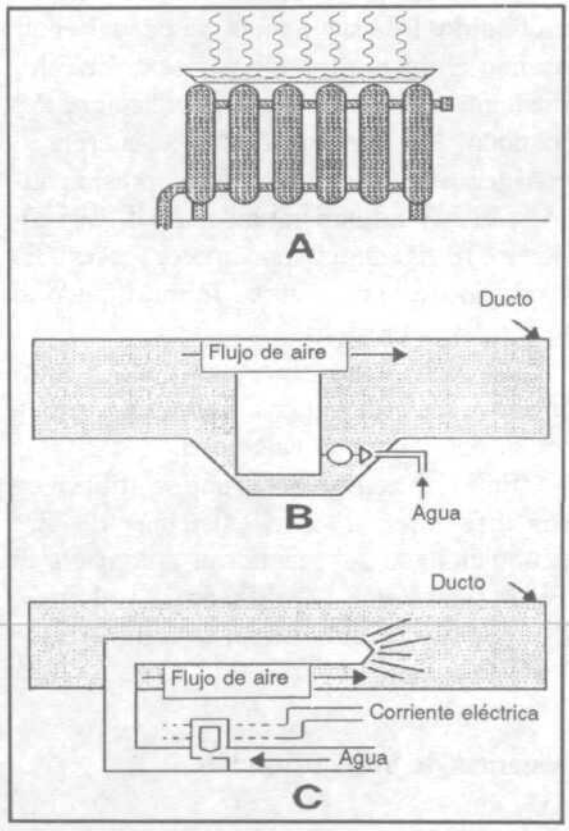


Figura 2-20. Sistemas de humidificación. *(A)* Bandeja con agua sobre el radiador. *(B)* Depósito de agua en un ducto de la calefacción. *(C)* Rocío de agua en un ducto de la calefacción.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de ***la*** *lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido. (Como* Ejemplo, *hemos relacionado las dos primeras afirmaciones con sus términos correspondientes. Continúe usted a partir de la tercera afirmación.)*

1. Convierte los combustibles en energía calórica. C C
2. Se utiliza como refrigerante en los sistemas de aire acondicionado. V
3. Trae aire fresco al espacio cerrado y se lleva el aïre vicïado y sucio. _____
4. Partículas pequeñas que flotan en el aire y causan problemas a muchas personas. _____
5. Proceso que consiste en extraer calor de un área con el fin de reducir la temperatura de esa área. _____
6. Líquidos que hierven a bajas temperaturas. _____
7. Condición de confort del aire acondicionado que es muy importante para la salud humana. _____

a. refrigeración
b. humedad del aire
c. combustión
d . ventilación
e. refrigerantes
f. contaminantes
g. Freón 12

Respuestas

q-¿ **09 rg Jf** p'C **8-j a"!** _____

Sistemas de filtración de aire

El *filtro* es uno de los principales componentes de cualquier sistema de acondicionamiento de aire. Los filtros conservan limpio el equipo; además, eliminan del aire casi todo el polvo y la pelusilla. Al eliminar los gérmenes y los contaminantes, los filtros contribuyen a que la gente se conserve saludable.

Observe un sistema de refrigeración de ventana o de pared, probablemente pueda distinguir el filtro inmediatamente atrás de la entrada del aire. O tal vez desee observar una unidad central de acondicionamiento de aire. Si tiene que realizar el trabajo de reemplazar los filtros de vez en cuando, ya sabe dónde están.

Sistemas de movimiento del aire

Como ya vimos, el movimiento del aire es importante para tener una sensación general de confort. El efecto refrescante producido por la evaporación se debe más que nada al movimiento del aire. Conforme el aire se mueve sobre la piel, el aire más húmedo es reemplazado por aire más seco, de modo que pueda continuar la evaporación. Esta es la razón de que usted se pueda refrescar más rápidamente con el aire de un ventilador que de otra manera.

Por consiguiente, para que los sistemas de refrigeración trabajen mejor, utilizan ventiladores para impulsar el aire.

Sistemas de ventilación

El aire fresco es una necesidad imprescindible para nuestra vida. Con la mayoría de los sistemas para acondicionar aire, el enfriarlo hace posible introducir en el acondicionar una cierta cantidad de aire del exterior. Mezclando el aire del exterior con el del interior, se satisfacen las necesidades de ventilación. Asimismo, mezclar los aires le proporciona al ambiente una sensación de aire fresco.

¿Se imagina cómo serían las cosas si no mezcláramos el aire del exterior con el del interior? Serían come vivir en una caja de zapatos. El aire se haría viejo, se viciaría, y al poco tiempo tendría un olor desagradable. Luego, empezaríamos a toser y nos sentiríamos mal. Ya no querríamos estar en el interior de la casa, desearíamos correr hacia el exterior y el aire fresco, para respirarlo profundamente.

Observe ahora mismo un acondicionador de aire de ventana o de pared, para que conozca la manera en que un tipo de sistema de refrigeración satisface esta necesidad de ventilación. Localice el respiradero del aparato, y su control. Con él se abre un regulador de tiro para dejar entrar el aire del exterior.

Control de los sistemas para el acondicionamiento de aire

El control y el desempeño de los sistemas de aire acondicionado son muy importantes. En el campo de REAC se utilizan muchos métodos para obtener el mejor control posible. Van desde un simple termostato hasta los sistemas controlados por computadora.

El uso de un termostato (Consulte la Figura 2-21) o de un sistema computarizado depende de varias cosas. Se debe tener en cuenta el diseño de la unidad de aire acondicionado. También se debe considerar el tipo de carga que debe manejar el aparato, y la exposición del edificio o los espacios a la refrigeración, sea ésta natural o artificial.

Ahora se encuentra usted listo para seguir adelante y aprender algo acerca de la medición de la energía calórica.

Suma y resta de Btu en la refrigeración

A cualquier sustancia se le puede agregar calor; igualmente, se le puede quitar calor. Cuando una sustancia experimenta un aumento de temperatura, se dice que se le agregó calor; cuando su temperatura disminuye, se dice que se le quitó calor.

Los cambios de la temperatura reflejan los cambios de la energía interna (de adentro) total que tienen los átomos y las moléculas de la sustancia. Como técnico en refri-

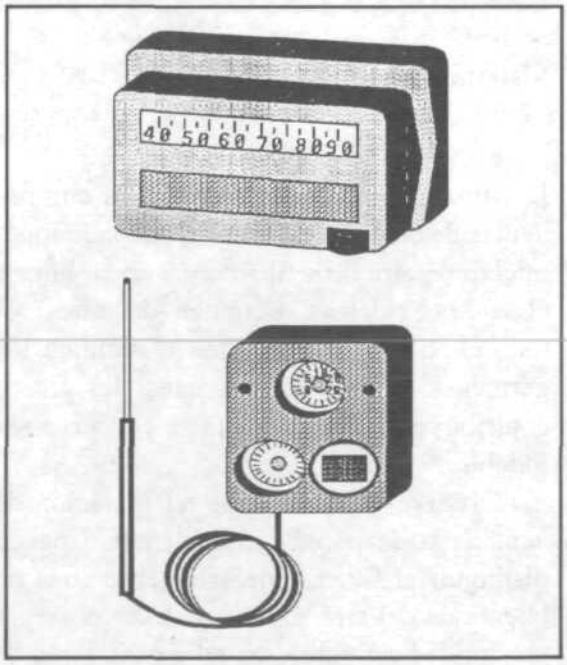


Figura 2-21. Termostatos.

geración y aire acondicionado, usted tendrá que ver directamente con la energía calórica y los métodos utilizados para computar las ganancias y pérdidas de calor.

Para que pueda desempeñar bien su trabajo, tiene que saber manejar fracciones y decimales. Para solucionar los problemas matemáticos, necesitará utilizar una calculadora manual. (Consulte la Figura 2-22.) En una lección posterior, comenzará a desarrollar sus conocimientos de matemáticas. Por lo pronto, le enseñaremos las mediciones básicas de energía utilizadas en la industria de REAC.

Cuando se es un técnico y se está midiendo la energía calórica, no basta con decir: "Se siente más caliente" o "Se siente más frío". A fin de computar la energía calórica debemos tener una norma para trabajar. Esta norma expresará la energía de todas las sustancias en términos de la misma norma. El agua es la norma conforme a la cual se computan las pérdidas y ganancias de calor.

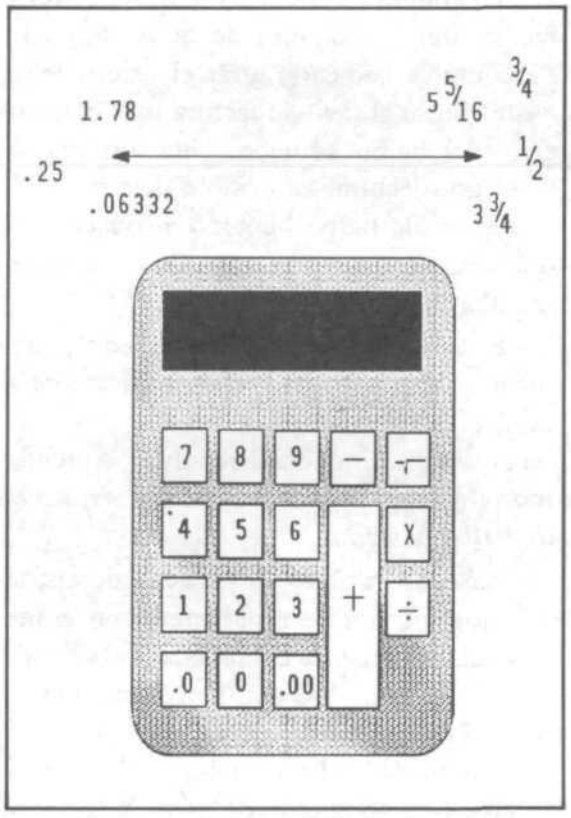


Figura 2-22. Fracciones, decimales y una calculadora manual. (Usted aprenderá a manejar las fracciones y los decimales en una próxima lección.)

La cantidad de calor necesaria para aumentar en un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua se llama cantidad de calor unitaria. Esta cantidad de calor unitaria se conoce como *unidad térmica británica* (Btu, que proviene del nombre inglés British Thermal Unit).

Un Btu es igual a la cantidad de calor necesaria para aumentar en un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua. También lo contrario de esto es cierto. Una libra de agua cuya temperatura disminuye en un grado Fahrenheit despide (pierde) un btu.

Escribiéndolo en forma de ecuación, tenemos que

1 Btu = (es igual) al calor necesario para aumentar o disminuir en 1 grado F la temperatura de 1 libra de agua.

Las propiedades de energía calórica de otras sustancias se llaman *capacidad (c) de calor específico.* La capacidad de calor específico de una sustancia se refiere al número de Btu que se le debe agregar o quitar a una libra para cambiar su temperatura en un grado Fahrenheit.

De todas las sustancias comunes, el agua tiene la más alta capacidad de calor específico. Su capacidad (c) efectiva de calor específico es 1.00 Btu/Ib °F.

Recuerde que un Btu es una cantidad de calor. Esta definición representa un método para trabajar cuando necesite calcular la cantidad de energía involucrada en cualquier proceso de intercambio de calor.

La cantidad de calor (Btu) que una sustancia puede ganar o perder depende de tres aspectos:

- su peso *(p),*
- su capacidad de calor específico (c),
- el cambio de temperatura *(T2-Tj).*

Esto se conoce como la ecuación básica del calor, y se escribe como *C - x c x (T2-Ti).*

Qué es la humedad

El aire está impregnado de agua. Como usted recordará, el término general con que se conoce el agua contenida en el aire es *humedad.* En los reportes del tiempo presentados en radio y televisión, ha escuchado acerca de los niveles de humedad. ¿Alguna vez se ha preguntado cómo es que los meteorólogos nos pueden informar sobre la humedad? Bueno, pues lo hacen por medio de un proceso que vamos a ver a continuación.

En primer lugar, se habla de dos formas de humedad:

- humedad específica,
- humedad relativa.

Humedad específica. La humedad específica está relacionada con el peso efectivo del vapor de agua mezclado en una libra de aire seco.

Humedad relativa. La humedad relativa es el grado de saturación del aire a cualquier temperatura de bulbo seco. Se expresa como un porcentaje, desde O hasta 100%. Es una manera de comparar la humedad actual con la máxima humedad posible.

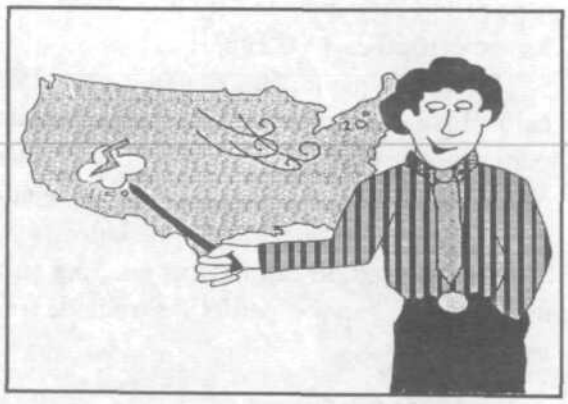


Figura 2-23. En los reportes del tiempo nos informan sobre los niveles de humedad de varias regiones.

Determinación de la humedad relativa

Para determinar la humedad relativa (HR), es necesario utilizar un instrumento llamado *psicrómetro giratorio.* Este instrumento se compone de dos termómetros normales, firmemente sujetos en un delgado bastidor, al cual se le hace dar vueltas en el aire. Uno de los termómetros tiene una ampolleta o bulbo húmedo (BH) y el otro una ampolleta o bulbo seco (BS). El bulbo húmedo se cubre con una mecha, que se satura de agua antes de hacer girar el psicrómetro. El bulbo seco se conserva seco durante el procedimiento.

Cuando se hace girar el instrumento en el aire, el agua de la mecha comienza a evaporarse. Esto hace que disminuyan tanto la temperatura de la mecha húmeda como la lectura del termómetro de bulbo húmedo. Se continúa haciendo girar el psicrómetro, hasta que se obtiene la lectura más baja posible del bulbo húmedo. Una vez que se tiene esta lectura, es posible determinar la depresión de bulbo húmedo al observar la diferencia entre las lecturas de los dos termómetros.

Esta depresión de bulbo húmedo es una medida de la humedad relativa. ¿Por qué se utiliza la depresión de bulbo húmedo como medida de la humedad relativa? Aprendamos algo más acerca del término *depresión de bulbo húmedo.*

La evaporación (un proceso de enfriamiento) ocurre más rápidamente en la mecha húmeda cuando la humedad relativa del aire circundante es baja. Esto hace que aumente la depresión de bulbo húmedo. Cuando la humedad relativa del aire circundante es alta, la evaporación es lenta. Y la depresión de bulbo húmedo será pequeña. Por lo tanto, la depresión de bulbo húmedo es una medida de la humedad relativa.

Efectos de la humedad

Los efectos de la humedad no se deben tomar a la ligera. Si usted vive en una zona húmeda, no necesitamos decírselo. Es posible que su automóvil necesite un tratamiento anticorrosivo para proteger la carrocería. Pudiera ser que estuviera combatiendo los hongos y las humedades que invaden los muebles y los armarios de su casa. Hasta pudiera suceder que, en los estantes, los libros se encuentren húmedos.

La humedad también afecta a la gente. Durante el verano, cuando hay altos niveles de calor y humedad, la gente se siente cansada y sin energías. Incluso, en algunas regiones, necesitan tomar una siesta al mediodía.

El ciclo de refrigeración

Ahora sabe usted bastante acerca de las condiciones necesarias para el confort humano, así como sobre los sistemas que producen tales condiciones. Como técnico en REAC, estudiará detalladamente todo lo relacionado con la refrigeración. Una buena parte de este curso para estudio en casa trata sobre la refrigeración, que es un método para el control del clima en el que interviene el proceso de extraerle calor al aire.

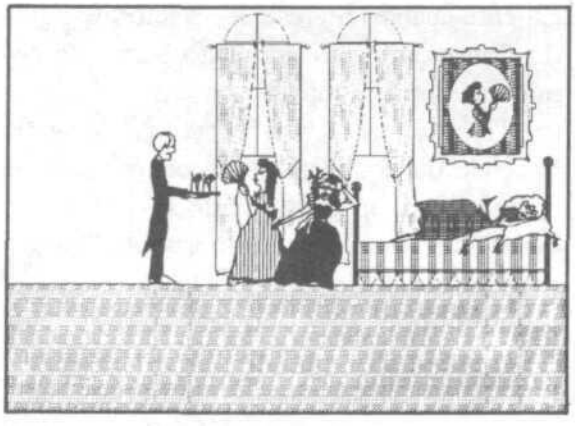


Figura 2-24. Cuando la humedad es alta, nuestra energía disminuye.

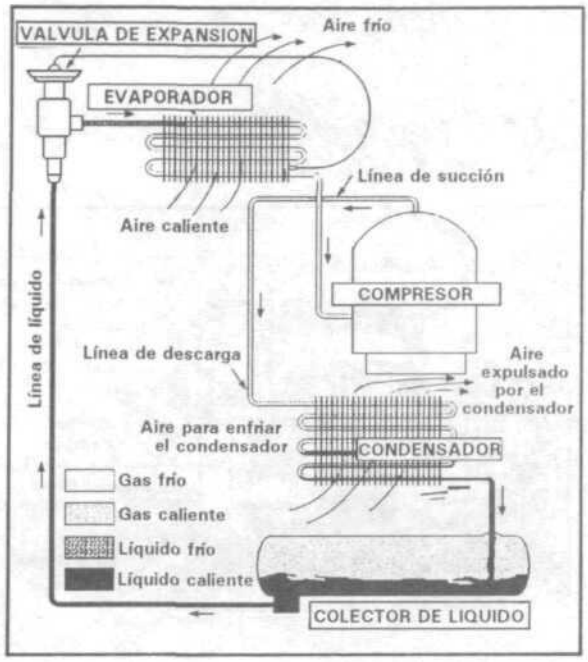


Figura 2-25. Las cinco partes principales del ciclo de refrigeración.

El proceso de *refrigeración por compresión* extrae el calor mediante una acción cíclica constante. Para que comprenda cómo funciona, es necesario que conozca las distintas partes que integran el ciclo de refrigeración.

El ciclo de refrigeración se compone de cinco partes principales, que están intercomunicadas por unos tubos. (Consulte la Figura 2-25.) Esas cinco partes son:

- el evaporador,
- el compresor,
- el condensador,
- el colector de líquido,
- la válvula de expansión.

Evaporador. El evaporador es necesario para una baja energía calórica (sumidero de calor). Cuando el flujo de calor entra al evaporador, el calor recogido evapora el refrigerante (una sustancia con un bajo punto de ebullición), convirtiéndolo de líquido en vapor.

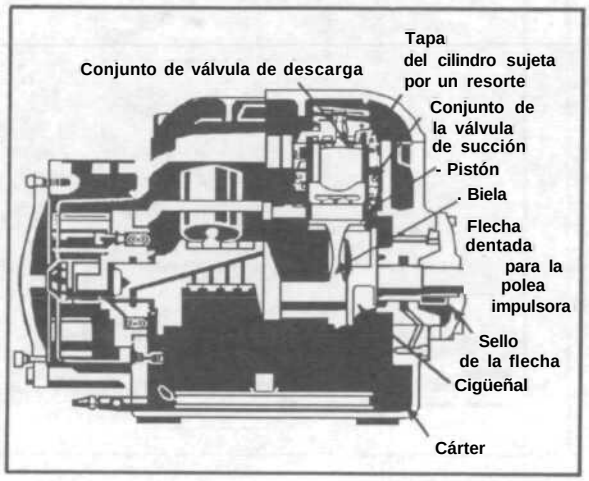


Figura 2-26. Corte transversal de un compresor.

Compresor. El compresor tiene dos funciones. Extrae el vapor del evaporador con la velocidad debida para mantener en el evaporador una temperatura y presión bajas. También se deshace del vapor en condiciones de temperatura y presión lo suficientemente altas como para hacer posible que arroje el calor. (Consulte la Figura 2-26.)

Condensador. El condensador rechaza el calor, forzándolo hacia el aire exterior. Esta pérdida de calor hace posible que el refrigerante (una sustancia con un bajo punto de ebullición) vuelva a su estado líquido y se desplace hacia el colector del líquido.

Colector del líquido. El colector o recibidor del líquido es un tanque hecho especialmente para contener el refrigerante. Recibe el refrigerante que llega del condensador y lo envía hacia el evaporador.

Válvula de expansión. La válvula de expansión es un dispositivo que regula el flujo del refrigerante.

Veamos ahora, paso a paso, el proceso que se desarrolla durante el ciclo de refrigeración.

El refrigerante sale del colector de líquido como un líquido caliente y entra a la válvula de expansión a través de una línea de líquido (tubería). La válvula de expansión funciona mediante control automático y mide la cantidad de refrigerante líquido que dejará pasar al evaporador. Deja pasar únicamente la cantidad necesaria para equilibrar el flujo de calor del aire caliente que pasa por arriba del serpentín del evaporador.

Cuando la presión que hay en la válvula de expansión baja de repente, se forma el vapor. El vapor es extraído del evaporador, y entra al compresor. Sale del compresor como un gas frío y pasa a través de una línea de succión.

El compresor es operado por un pistón, que tiene una carrera descendente y otra ascendente. La carrera descendente aspira en la línea de succión, y la ascendente hace presión sobre la línea de descarga (tubería). El gas atraído hacia el compresor aumenta de temperatura, y es forzado y arrojado afuera a través de la línea de descarga.

El gas caliente entra en el condensador, donde se realiza el intercambio de calor, convirtiendo al refrigerante en un líquido caliente cuando regresa al colector de líquido. Entonces, todo está listo para que comience un nuevo ciclo.

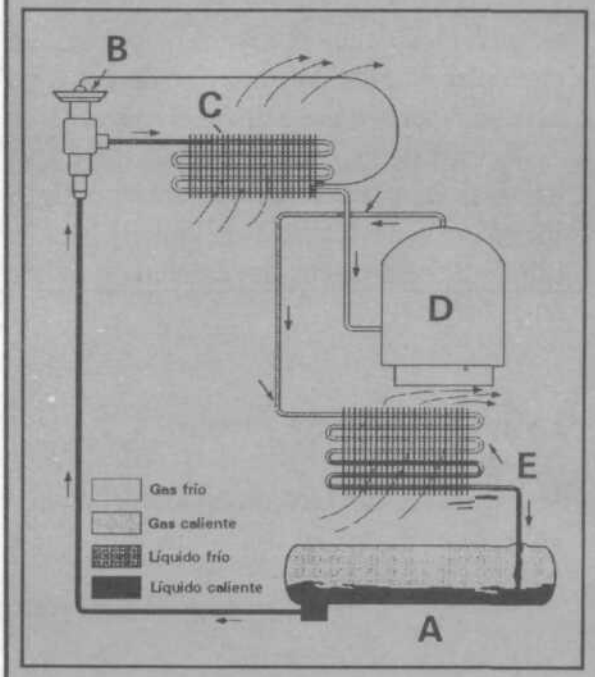
Tiene sentido, ¿no le parece? Si no lo entiende del todo, no se preocupe. En este curso tendrá oportunidad de revisar varias veces este proceso de regriferación. Conforme avance usted en el curso, le será más fácil el aprendizaje. Y cuanto más asimile, tanto más fácil le será aprender la nueva información que le iremos proporcionando. Más adelante, se examinan con más detalle los fundamentos de los sistemas de refrigeración.

Pues bien, ha llegado usted al final de su lección sobre el control del clima y el confort. Al continuar estudiando, comprenderá cada vez mejor los aspectos básicos que ha comenzado a estudiar en esta lección. Aumentará sus conocimientos y sabrá mucho acerca del interesante campo de la refrigeración y el aire acondicionado.

Cuando vaya más adelantado en sus estudios, tenga presente que siempre puede volver a consultar los temas tratados en esta lección. Siéntase en libertad de utilizar la lista de definiciones y descripciones, para ayudarse en sus lecciones futuras. Le serán de utilidad para ir avanzando en el curso.

Ejercicio de Autoevaluación

En el siguiente diagrama, identifique las cinco partes principales que componen el ciclo de refrigeración.



Anote aquí el nombre de cada una de las partes.

A. _____

B. _____

C. _____

D. _____

E. _____

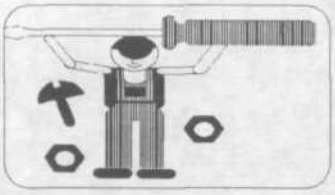
Respuestas

A. colector de líquido B. válvula de expansión C. evaporador D. compresor E. condensador.

Resumen

Ha visto ya una buena cantidad de aspectos importantes. Conoció las seis condiciones del aire acondicionado, que son: la calefacción, la refrigeración, la humedad, la filtración del aire, el movimiento del aire y la ventilación. Aprendió también acerca de la temperatura efectiva y de las condiciones determinadas como ideales tanto para el verano como para el invierno. Para ambas estaciones la humedad relativa era de 50% La temperatura ideal del aire acondicionado, durante el verano, era de 24 °C (76 °F) y, durante el invierno, de 22 °C (72 °F). Sabe cómo determinar la humedad relativa usando un psicrómetro giratorio, el cual está formado por dos termómetros: uno de bulbo seco y uno de bulbo húmedo. Conoció qué es la energía calórica y cómo pueden modificar el estado de la materia los cambios de temperatura. La materia puede existir como sólido, líquido o gas. Todos los objetos tienen la capacidad de transformarse cuando se les agrega o se les quita calor. La energía calórica se puede medir. Generalmente, el calor se mide en Btu.

Finalmente, conoció cómo funciona el ciclo de refrigeración y en qué consisten sus cinco partes principales, que son: el evaporador, el compresor, el condensador, el colector de líquido y la válvula de expansióa



Tareas prácticas

Verificación de los cambios de estado

Materiales que usted necesitará

- Un recipiente metálico
- Agua limpia
- Un termómetro para uso industrial

Informaciónprevia

Cuando una sustancia sólida se calienta, el movimiento molecular es principalmente en la forma de rápido movimiento vibratorio, no desplazándose nunca las moléculas de su posición normal y original. Pero en alguna temperatura dada, para una sustancia en particular, la adición posterior de calor no necesariamente incrementará el movimiento molecular dentro de la sustancia; en su lugar, el calor adicional causará que algún sólido se licúe (cambie a líquido). Así el calor adicional origina un cambio de estado en el material.

Lo que usted deberá hacer

Verificará los cambios de estado del agua y las temperaturas aproximadas a los que estos se llevan a cabo.

Procedimiento

1. En un bote metálico de 1 litro de capacidad aproximadamente, ponga un poco de agua limpia

2. Introduzca el termómetro dentro del bote con agua y ponga el bote dentro del con-

gelador (evaporador) del refrigerador de su casa.

3. Deje que el agua se haga hielo y entonces extraiga el bote del refrigerador. Ahora tome la temperatura que indica el termómetro y anótela
4. Ponga el bote en la lumbre y obsérvelo. Cuando el hielo se haga agua, tome la temperatura que marca el termómetro y anótela.

5. Ahora, siga aplicando calor al agua y cuando el termómetro rebase los 90 °C (194 °F) observe lo que sucede. El agua empieza a evaporarse (cambia al estado gaseoso).

Puede repetir la práctica cuantas veces lo desee

Conclusiones

Estos cambios de estado reciben los nombres siguientes:

Solidificación - Cambio de líquido a sólido

Licuefacción - Cambio de sólido a líquido

Vaporización - Cambio de líquido a vapor

Las variaciones de calor aplicado a una sustancia provocan en ella un cambio de estado que se manifiesta a ciertas temperaturas que usted ha obtenido y anotado.

y ....después, ¿qué sigue?

La seguridad es un factor importante de cualquier ocupación. Hay cosas que se deben hacer, y otras que definitivamente no se deben hacer, para manejar la electricidad y los gases comprimidos o inflamables. Si usted sabe cómo manejar ciertos materiales y las precauciones que conviene tomar, tanto usted como las personas a su alrededor estarán seguros. Eso es precisamente lo que trata su siguiente lección: la *seguridad.*

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de ahajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. Los átomos se unen para formar

a. moléculas
b. protones.
c. electrones.
d. neutrones.

2. El agua se convierte en vapor cuando su temperatura

a. baja a menos de O °C.
b. sube a más de 100 °C.
c. es de 24 °C.
d. es menor que 36.4 °C.

3. Cuando gana suficiente calor, el agua se convierte en

a. hielo.
b. hielo seco.
c. gotitas.
d. vapor.

4. Se utilizan para transferir energía en el proceso de refrigeración:

a. los contaminantes.
b. los aditivos.
c. los aceites.
d. los refrigerantes.

5. Cuando una libra (454 gramos) de agua pierde (elimina) un Btu,

a. se evapora en el aire.
b. se congela.
c. se enfría en un grado Fahrenheit de temperatura.
d. se enfría en un grado Celsius de temperatura.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

Calificación:

Núm. de matrícula

OBSERVACIONES:

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L402

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón, correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

6. La transpiración del cuerpo humano es un proceso de

a. evaporación.
b. condensación.
c. radiación.
d. convección.

7. La evaporación es la pérdida de calor a través de

a. la presión atmosférica.
b. la ventilación.
c. la combustión.
d. la humedad.

8. Para enfriar (refrigerar) una sustancia es necesario

a. agregarle aire frío.
b. extraerle calor.
c. medirle correctamente la energía calórica.
d. sacarla al exterior.

9. Una de las partes principales del ciclo de refrigeración es

a. el termómetro.
b. el barómetro.
c. el evaporador.
d. el bulbo húmedo.

10. El psicrómetro giratorio se usa para determinar

a. el calor sensible.
b. el calor latente.
c. la humedad específica.
d. la humedad relativa.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

"El tiempo vuela "

El tiempo es cual río que corre frente a nosotros, siguiendo implacable en su cauce hacia el infinito. Podemos utilizarlo o podemos dejarlo pasar lenta pero inexorablemente, día tras día año tras año.

El tiempo nunca se detiene y nunca retrocede. Los minutos y las horas que hemos dejado de aprovechar se han ido para jamás volver, y cada una de esas horas, al acercarnos más al límite de lajornada, ha dejado en blanco las páginas que pudieran haber mostrado nuestros éxitos o cuando menos nuestro empeño y esfuerzo.

No deje pasar inútilmente las aguas poderosas del río del tiempo, haga mover las turbinas de su iniciativa e ingenio, para que con su poder inconmesurable le traiga dicha y prosperidad.

Ralph Hemphill

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. Algunas precauciones básicas....4
3. Riesgos en el área de trabajo....8
4. Instalación y servicio....13
5. Incendios....15
6. Primeros auxilios en el trabajo....17
7. Su bienestar físico y mental....22
8. Resumen....24
9. Tareas prácticas....25
10. Examen....27

Seguridad industrial

L403 6a

Hemphill Schools

Seguridad industrial

Objetivos de aprendizaje

Cuando haya terminado esta lección, usted será capaz de

- Establecer la definición o descripción correcta de los términos relacionados con la seguridad general.
- Hacer una lista de las medidas de seguridad para la seguridad personal y la del taller.
- Hacer una lista de las precauciones que se deben tomar al estar trabajando con electricidad, refrigerantes y soldaduras.
- Hacer una lista de las precauciones que se deben tomar en el momento de la instalación y el servicio.
- Elegir el tipo correcto de extinguidor dependiendo del tipo de fuego que se presente.
- Explicar por qué es importante la salud física y mental para que el taller sea seguro.

Introducción

Mantenga siempre esta lección cerca de usted mientras estudia este curso, e incluso después de haberlo terminado. Consúltela cuantas veces sea necesario. La hemos incluido al principio del curso porque queremos que la *seguridad* sea la parte fundamental de su aprendizaje. Esperamos que esta lección le ayude a entender que la seguridad es tan importante como todo lo demás que aprenderá en su nueva carrera.

Existen dos factores en la seguridad, que son:

- El mantenimiento de la salud de usted y la de los demás y evitar las lesiones.
- Asegurarse de que las herramientas y el equipo no se deterioren y estén en buenas condiciones para trabajar.

La mayoría de las veces, estos dos factores van de la mano.

También queremos recalcar que el sentido común es la mejor arma contra casi cualquier daño relacionado con el trabajo.

Esta lección empezará con algunas reglas generales de seguridad que se aplican en la mayor parte de los talleres y las áreas de trabajo. Estas están regidas por el sentido común. Quizá usted piense que está por demás mencionarlas, pero se sorprendería al saber con qué frecuencia se olvidan. Después veremos algunos riesgos comunes que se aplican concretamente a la industria de la refrigeración y aire acondicionado (REAC) y cómo evitarlos.

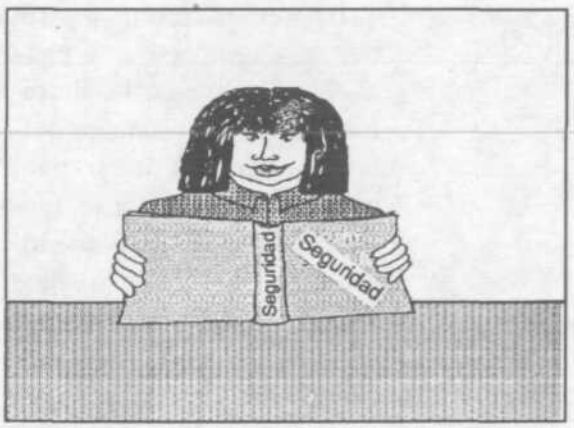


Figura 3-1. El conocimiento de la seguridad debe ser la base de su aprendizaje en este curso.

No importa lo cuidadoso que usted sea. Los accidentes pueden suceder. Le recomendamos que tome un curso de primeros auxilios, si aún no lo ha hecho. En realidad, todos deberíamos tomar un curso de primeros auxilios. Es bueno saber que se puede ayudar a salvar la vida de alguien en caso de algún accidente en el trabajo, en el hogar o en la vía pública.

Para el propósito de esta lección, describiremos brevemente algunos procedimientos básicos de primeros auxilios. Sin embargo, lo que nosotros le digamos es muy general y no podría sustituir un curso de primeros auxilios.

También hablaremos de su salud física y mental y de lo importante que éstas son para mantener la integridad física y la seguridad en el área de trabajo.

Ahora, tómese un momento para leer esta lista de definiciones y descripciones. Le dará una idea de lo que cubriremos en esta lección tan importante.

Definiciones y descripciones

CABLE A TIERRA *(ground wire).* Un cable a tierra es un cable de que, en caso de cortocircuito, conduce la electricidad de manera segura desde alguna estructura o región del equipo hacia la tierra.

CARRETILLA *(dolly).* Estructura tubular con llantitas para desplazar cosas pesadas. (Consulte la Figura 3-2.)

COMBUSTIBLE (*fuel).* El combustible es una materia que se usa para mantener el ruego. El carbón, la madera, el petróleo y el gas son algunos combustibles.

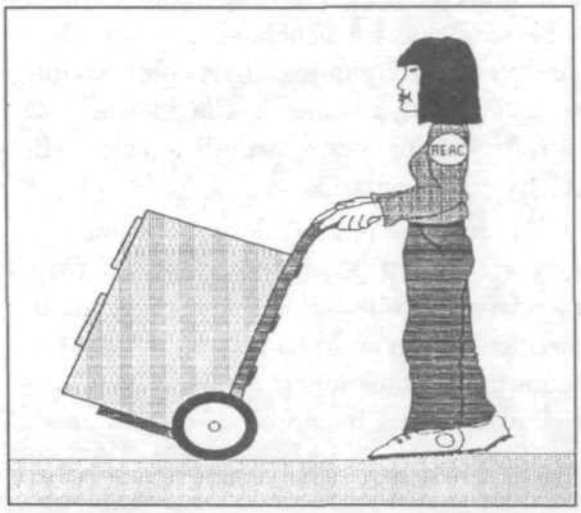


Figura 3-2. Una carretilla ayudará a mover pesos muy grandes.

EXTINGUIDOR ***(fire extinguisher).*** **Es un** artefacto que sirve para apagar el fuego. Existen cuatro tipos de extinguidores.

GAFAS DE SEGURIDAD *(goggles).* Son anteojos que se deben usar para proteger los ojos.

GAS *(gas).* El gas es el estado gaseoso de las sustancias. Por ejemplo, el vapor es el estado gaseoso del agua.

INFLAMABLE *(flammable).* Algo inflamable es algo que se prende con mucha fácilidad.

REFRIGERANTE *(refrigerant).* Un refrigerante es una sustancia química utilizada en el proceso de refrigeración. Los vapores de todos los refrigerantes son dañinos para el aparato respiratorio y pueden provocar quemaduras si tocan la piel. Los vapores del amoniaco, que aún se usa en algunos sistemas comerciales e industriales, son extremadamente tóxicos y pueden ser fatales.

Algunas precauciones básicas

Como le decimos más de una vez en este curso, casi siempre son los pequeños riesgos los que provocan accidentes. Parece que todos nosotros tenemos mucho cuidado con los riesgos importantes, es difícil pasarlos por alto. No obstante, cuando se trata de nuestro ambiente cotidiano, con mucha frecuencia nos volvemos descuidados.

Independientemente del tipo de trabajo que usted esté realizando en determinado día, aquí le presentamos algunas reglas generales para la seguridad personal. Estas reglas se basan en el sentido común. Sin embargo, es sorprendente cómo se olvidan. También se aplican a cualquier trabajo que usted tenga que hacer fuera del taller.

1- Regla. Ponga mucha atención en cualquier trabajo que esté haciendo. Su descuido puede provocar un accidente, así que no se ponga a soñar cuando trabaja, ni siquiera en la persona que conoció la noche anterior.

2- *Regla.* Haga bien su trabajo desde el principio, en el tiempo adecuado. Si se toma su tiempo en hacer algo bien, no tendrá que volver a hacerlo después.

3a Regla. Limpie siempre su área de trabajo. Si se le derrama algo en el piso, asegúrese de secarlo inmediatamente. De otra manera, usted o cualquier otra persona podría caerse y romperse una pierna. No deje tiradas las herramientas ni las sustancias químicas. Hay un lugar para cada cosa en un taller funcional; así que fíjese que todo esté en su lugar. Si sigue este sencillo consejo, no tendrá que perder tiempo buscando algo que acaba de dejar hace un minuto. Lo mejor de todo es que sus hábitos de

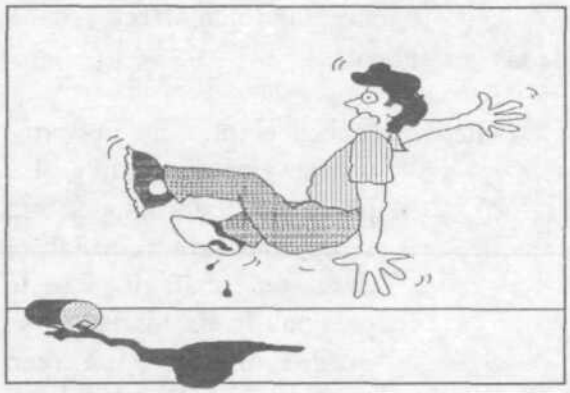


Figura 3-3. La limpieza en el área de trabajo no sólo hace que luzca mejor, sino que evita los accidentes como éste.

orden evitarán los accidentes.

4a Regla. Use anteojos de seguridad cuando los necesite. Repetiremos esta regla a lo largo del curso. Vale la pena proteger la vista. Si utiliza anteojos de seguridad, no tendrá que preocuparse por lesiones al ojo causadas por pedazos de metal que se desprenden, luz ultravioleta o vapores corrosivos.

5a Regla. Trabaje en un área bien ventilada. En la lección anterior ya aprendió la importancia que tiene la ventilación. El aire fresco es necesario para cualquier actividad de la vida, aunque no se trabaje con vapores tóxicos. Es importante que haya mucho aire fresco en su taller u oficina. Esto es todavía más importante si se tiene que trabajar con alguna sustancia química o tóxica.

6a Regla. Conozca lo más posible los circuitos con los que trabaja. La mayoría de los técnicos de REAC tienen que trabajar de alguna manera con circuitos eléctricos. Cuando trabaje con electricidad no dé nada por hecho. Si no está seguro de que la corriente está desconectada, verifíquelo una y otra vez. Quizá haya escuchado algunas terribles historias acerca de los peligros de las descargas eléctricas. No permita que algo así le suceda a usted.

7- *Regla.* Cuando esté trabajando con alguna sustancia química, averigüe qué tipo de sustancia es y cómo se debe manejar. Una de las sustancias más tóxicas que conocemos es el tetracloruro de carbono. Esta sustancia incluso está prohibida. Por ningún motivo la emplee; después de algún tiempo, sus efectos pueden aparecer y resultar fatales.

Generalmente las sustancias químicas son tóxicas y pueden provocar serios daños a los pulmones y al sistema nervioso. Pueden causar quemaduras en la piel y en los ojos, además de arruinar su ropa de trabajo. También pueden dañar los circuitos eléctricos.

8- Regla. No trabaje nunca con herramientas o equipo defectuoso. No se puede hacer un buen trabajo con equipo que no está en buenas condiciones. Es muy importante

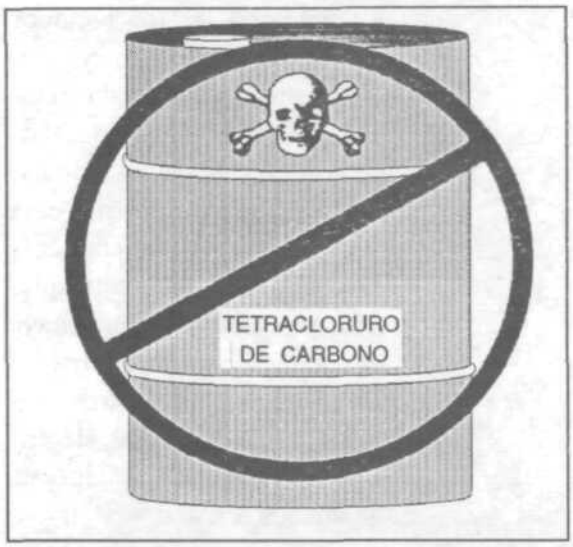


Figura 3-4. Esta sustancia química es tan peligrosa que actualmente está prohibido su uso.

mencionar que las herramientas o el equipo defectuoso pueden provocar accidentes. Un cable gastado puede dar una fuerte descarga a cualquiera que lo toque.

Estas son ocho medidas de seguridad básicas que se deben observar en el trabajo. Como habrá podido notar, sólo se requiere sentido común en el taller o en el lugar donde se trabaje. Véalo de esta manera: la buena salud de usted es su recurso número uno. Asegúrese de hacer todo lo necesario para proteger este recurso.

Herramientas de mano

Usted empleará herramientas todos los días. Hasta un simple destornillador (desarmador) puede causar heridas si no se usa adecuadamente. Enseguida le damos algunos consejos de sentido común, relacionados con el manejo seguro de las herramientas. Se dará cuenta de que el uso adecuado no sólo evita lesiones, sino que alarga la vida de las herramientas.

I- Regla. Nunca emplee un destornillador como palanca. La punta del destornillador está templada para retardar el desgaste. Es frágil si se le presiona hacia los lados; se puede romper si se usa como palanca. Usted podría lastimarse o dañar el equipo con el que está trabajando.

2aRegla. Jamás use una lima sin mango, porque podría lesionarse las manos.

3aRegla. Utilice siempre anteojos de seguridad cuando taladre algo. Si no lo hace, los trozos de material que se desprenden pueden caerle en los ojos.

4- Regla. Nunca utilice oxígeno cuando esté probando la presión

Figura 3-5. Los anteojos de seguridad protegen los ojos del trabajador de los pedazos de metal que se desprenden al estar taladrando.

de un sistema de refrigeración. El oxígeno y el lubricante forman una mezcla explosiva, lo que puede significar un desastre.

5- *Regla.* Nunca caliente demasiado los conductos (tuberías) que transportan el refrigerante. Si calienta un conducto y éste toma un color rojo, significa que lo está calentando demasiado. No es conveniente hacer esto porque la presión se acumulará dentro del conducto. Si esto sucede, es posible que haya una explosión que provoque heridas graves.

6- Regla. No emplee tela de esmeril para limpiar la tubería de refrigeración. El grano de esta tela es muy duro y podría causar daños si penetra en el sistema.

7- *Regla.* Nunca utilice una llave inglesa que no sea de la medida adecuada. Si usted emplea una que no es del tamaño correcto para el trabajo que está realizando, puede provocar daños a su bienestar y al equipo.

8a Regla. Siempre abra primero un poco las válvulas de servicio del cilindro antes de abrirlas completamente. Esto le permitirá controlar el gas en caso de que se presente alguna situación peligrosa.

9a Regla. Proteja siempre de la humedad un sistema abierto de refrigeración. Esto es importante porque todos los componentes de refrigeración deben estar limpios y secos.

Recipientes de presión

Los refrigerantes están contenidos en recipientes de presión. Algunas veces a estos recipientes se les conoce como *tambores* o *cilindros* (Consulte la Figura 3-6.)

En condiciones normales se puede mover este recipiente sin ningún problema. Sólo asegúrese de no tirarlo. Nunca mueva un recipiente de presión si no tiene casquete de protección. Sin el casquete de protección, podría escapar la presión y causar algún problema serio.

Hay una válvula de escape ubicada en la parte superior del espacio de vapores. Si la presión sube al sitio de la válvula de escape, ésta empezará a dejar escapar el vapor. Entonces el líquido del recipiente comenzará a enfriarse y se reducirá la presión.

El tapón fusible es un aditamento de seguridad del recipiente de presión. Este tapón tiene una baja temperatura de fusión. Si

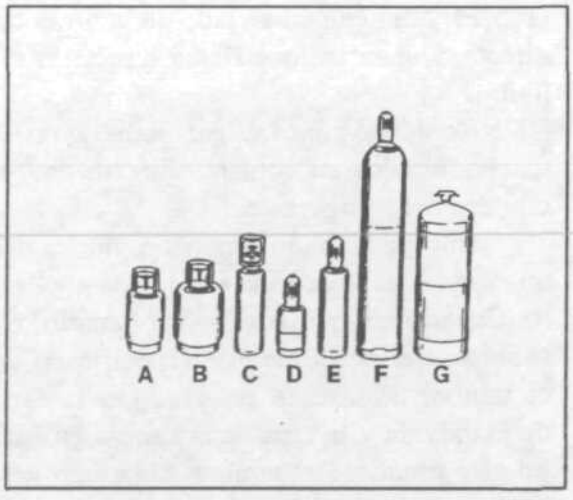


Figura 3-6. Cilindros. *(A-E)* Cilindros de servicio común y comente. *(F)* Cilindro de almacenamiento. *(G)* Cilindro desechable.

el cilindro se calienta demasiado, el tapón se fundirá y volará. Esto evita que el cilindro estalle, lo que podría causarle serias heridas a usted y a quien se encuentre cerca.

Los refrigerantes hierven a 40 grados Celsius bajo cero, aproximadamente, cuando están libres en la atmósfera. Eso significa que pueden causar quemaduras muy rápidamente una vez que entran en contacto con la piel. Si ve que se está escurriendo el refrigerante, no intente detenerlo con las manos; busque la válvula y ciérrela.

Use anteojos de seguridad siempre que pase el refrigerante de un lugar a otro. Si no lo hace, éste podría salpicar y caerle en los ojos. Recuerde que los refrigerantes provocan quemaduras cuando tocan cualquier parte del cuerpo y, definitivamente, eso incluye los ojos.

Al cargar el sistema con un tambor de refrigerante, quizá baje la presión del tambor. Para evitar que caiga la presión, se puede calentar el tambor muy ligeramente cuando cargue el sistema. Tenga cuidado; todo lo que debe hacer es colocar el cilindro en un recipiente con agua tibia, no caliente. El agua no debe exceder una temperatura de 32°C (90°F).

Nunca caliente un cilindro más de 52°C (125°F). Manténgalo alejado de la luz solar directa. Nunca aplique flama directa al cilindro.

No coloque nunca calentadores de resistencia eléctrica en contacto directo con el cilindro del refrigerante.

Como ya se ha mencionado, nunca tire un cilindro ni haga nada que pueda abollarlo. Cuando tenga que volver a llenarlo, no sobrepase el peso que está especificado en el tambor. Conserve en su lugar la tapa de la válvula y la tapa de la cabeza cuando no esté usándose el tambor. Guárdelo verticalmente. Abra lentamente todas las válvulas.

La lección sobre refrigerantes y lubricantes le proporcionará información acerca de la forma correcta de manejar estas sustancias. Ponga mucha atención a toda información relacionada con el manejo de sustancias químicas tóxicas.

Riesgos en el área de trabajo

Usted podrá preguntar cuáles son algunos riesgos para la seguridad en el área de trabajo. Permítanos decirle. Cualquier cosa en movimiento, cualquier cosa que guarde presión, cualquier cosa que conduzca electricidad o calor, cualquier cosa que sea áspera o filosa y cualquier cosa que se pueda caer son un riesgo latente para la seguridad.

Las herramientas eléctricas, las prensas taladradoras, las sierras con navajas giratorias cerca de la piel, hachas, cilindros con presión de gas o refrigerante, toda clase de vapores tóxicos, además de los trozos de metal que se desprendan, pueden constituir un riesgo para la seguridad.

Figura 3-7. Algunos de los posibles riesgos en el área de trabajo.

Tome nota: los trabajadores flojos o descuidados pueden ser el mayor riesgo para la seguridad.

Antes de iniciar cualquier trabajo, estudie la situación. Entienda cuáles son los problemas de seguridad y lo que se puede hacer al respecto.

En esta sección hablaremos de algunas áreas comunes de importancia relacionadas con la seguridad. Esperamos poder proporcionar muchos de los principios básicos. No obstante, cualquier trabajo tiene sus propios problemas de seguridad. Mantenga los ojos bien abiertos. *Prepárese para aprender en el trabajo muchas cosas que no se mencionan aquí.*

El trabajo con corriente eléctrica

Todos debemos sentir un gran respeto por la electricidad. Sólo se necesitan 25 miliamperes para causar heridas graves o matar a una persona. Un bajo voltaje de 30 volts puede llevar esta cantidad de corriente al corazón y al cerebro, nuestros órganos más delicados.

Cuando la electricidad pasa a través del cuerpo humano, se presenta un espasmo muscular. Si pasa a través del corazón o el cerebro, puede ser fatal. Si hay suficiente corriente (amperes), la corriente eléctrica puede sobrecalentar el cuerpo activamente, causar quemaduras y fiebre. Esto puede traer como resultado un daño corporal permanente.

El tratamiento médico para descargas eléctricas importantes es el mismo que para conmociones físicas. Posteriormente hablaremos del tratamiento en la sección de primeros auxilios.

Generalmente los técnicos de REAC pasan cerca del 85% de su vida laboral cerca de la electricidad en una u otra forma. Recuerde que no se puede ver la electricidad. Es demasiado tarde cuando aprende que un circuito está vivo después de que lo ha tocado. Nunca maneje circuitos vivos que estén en contacto con tuberías, otros cables, pisos o suelos mojados, o agua.

Antes de trabajar con circuitos eléctricos, quite la corriente. Esto se aplica a los circuitos domésticos, comerciales o industriales. Asegúrese de que nadie pueda conectar la corriente mientras esté trabajando con el circuito. Emplee señales, retenes o lo que sea necesario para estar seguro de que la corriente eléctrica permanecerá desconectada cuando usted quiera que así sea.

Quemaduras por electricidad. Hasta una pila grande puede dañarlo si su anillo o reloj de pulsera hiciera un cortocircuito con la pila. A esto se le llama *quemadura por electricidad.* Es lo que sucede cuando la corriente eléctrica toca sus alhajas o herramientas de metal. Utilice herramientas aisladas o guantes de hule cuando trabaje con circuitos de 30 volts o más.

Una de las siguientes lecciones, sobre electricidad básica, tratará de la seguridad y de cómo evitar que se dañe el equipo.

Daño en el equipo. Otro factor de la seguridad eléctrica es asegurarse de que no

Figura 3-8. Puede ser peligroso usar alhajas cuando se trabaja con electricidad.

se dañe el equipo por el excesivo voltaje. Los instrumentos y el equipo que se usan en el trabajo de REAC son durables, pero pueden resentir el abuso.

Cuando conecte algún instrumento eléctrico con un circuito, verifique que el instrumento y su regulación estén dentro del rango seguro de voltaje y corriente. Por ejemplo, un instrumento ajustado para medir un voltaje que esté en un rango de 150 volts se descompondrá si se le conecta a un circuito de 440 volts.

Capacitores. Observe que al probar los capacitores, no se debe dejar el capacitor en el circuito un largo tiempo; uno o dos segundos es suficiente. Un periodo más largo podría arruinar el capacitor. Tenga cuidado en no quemarse con un compresor caliente, un tubo de escape o un condensador. Sea cuidadoso cuando maneje los capacitores. Un capacitor con energía eléctrica puede darle una terrible descarga.

Herramientas eléctricas. Estas herramientas deben ser conectadas a tierra. También tienen que conectarse a circuitos que vayan conectados a tierra. Un cable a tierra conducirá la electricidad a la tierra en caso de que haya un cortocircuito.

También se necesita tener cuidado al trabajar con taladros eléctricos. Dentro de un taladro hay energía eléctrica que espera un camino por el cual fluir.

Los taladros deben tener cable a tierra en el cordón eléctrico. Esto lo protegerá a usted cuando lo emplee. Cualquier taladro puede funcionar sin un cable a tierra, pero es peligroso porque usted puede recibir una fuerte descarga eléctrica.

Seguridad eléctrica. En todo momento deberá observar las siguientes reglas de seguridad eléctrica:

la Regla. Cuando esté dando servicio a una unidad, verifique que ésta no esté conectada a la corriente eléctrica.

2- *Regla.* Si por alguna razón se ve obligado a trabajar con algún sistema cuando la corriente esté fluyendo, asegúrese de no estar conectado a tierra.

3- Regla. Nunca coloque un fusible más grande de lo que se recomienda. Si la unidad siempre rompe los fusibles, hay algún problema básico que debe corregirse.

4a Regla. Siempre asegúrese de que las conexiones eléctricas estén estiradas y de que no provoquen una alta resistencia al paso de la corriente.

5- *Regla.* Verifique que el equipo esté bien conectado a tierra.

6a Regla. Antes de conectar la electricidad a la unidad, asegúrese de que el voltaje sea el correcto.

7ª Regla. Acostúmbrese a buscar y reemplazar los aislantes rotos o gastados de los cables.

8aRegla. Nunca intente revisar la resistencia cuando la corriente eléctrica de la unidad esté encendida.

9ª Regla. Asegúrese de usar el alambre de la medida adecuada para la corriente que se empleará.

Refrigerantes

Los refrigerantes son los pilares de los sistemas de refrigeración y formarán parte de la vida laboral de los técnicos de REAC.

La temperatura de ebullición de los refrigerantes es aproximadamente de 40°C bajo cero cuando se les libera en la atmósfera. Esto significa que causan quemaduras muy rápidamente cuando entran en contacto con la piel. *Utilice guantes de hule cuando maneje refrigerantes.*

No respire los vapores de los refrigerantes, puesto que éstos son dañinos. Debe recordar que al trabajar con refrigerantes es muy importante la buena ventilación. Algunos refrigerantes tienen un aroma muy agradable. De hecho, podría usted estar disfrutando de los vapores del refrigerante en el momento en que se desmaye. Recuerde que los vapores del refrigerante no fueron creados para sus pulmones, no importa lo bien que huelan.

Cuando sospeche que hay una fuga en el sistema, asegúrese de que el área esté bien ventilada antes de comenzar a trabajar en ella. Verifique siempre las presiones de operación recomendadas por cada refrigerante e instale calibradores para saber la presión del sistema.

Revise el número R del refrigerante antes de cargarlo. Esto le evitará mezclar refrigerantes. Si el refrigerante es fluorocarbono, asegúrese de que no haya flamas encendidas cerca de algún sistema que pueda tener una fuga. El refrigerante puede descomponerse y producir gases peligrosos.

Siempre use anteojos y guantes cuando trabaje con un refrigerante ya que protegerán sus ojos, piel y manos en caso de que haya una fuga repentina, o en caso de que salpique el refrigerante. El refrigerante líquido puede congelar la piel y provocar quemaduras. ¡Eso incluye los ojos! Si esto sucediera, quite el refrigerante rápidamente con agua. Trate las superficies dañadas como si fueran quemaduras. Consulte al médico después de cualquier tipo de accidente con un refrigerante.

Los refrigerantes R-717 y R-764 son más irritantes para los ojos y los pulmones. Todas las precauciones deberán duplicarse si se trabaja con cualquiera de estas sustancias.

Los procesos de soldadura

A menudo se llama a los soldadores para trabajar en muchas situaciones diferentes. Algunas veces tienen que trabajar en posiciones peligrosas como en grandes alturas o en áreas pequeñas y estrechas. Algunos sitios de trabajo implican subir, arrastrar o empujar equipo pesado.

Como con cualquier tipo de soldadura, existe el peligro de los vapores tóxicos. Los materiales se evaporan durante la soldadura y producen gases peligrosos. Existe el peligro de las descargas eléctricas. Todos estos riesgos pueden evitarse con el equipo de seguridad adecuado, las caretas y los anteojos de seguridad.

Quemaduras. Las quemaduras son los daños más comunes y dolorosos que se producen en un taller de soldadura. Los soldadores pueden quemarse fácilmente con los rayos de luz ultravioleta o si tocan material de soldadura caliente. Todas las quemaduras, hasta la más pequeña, debe ser tratada.

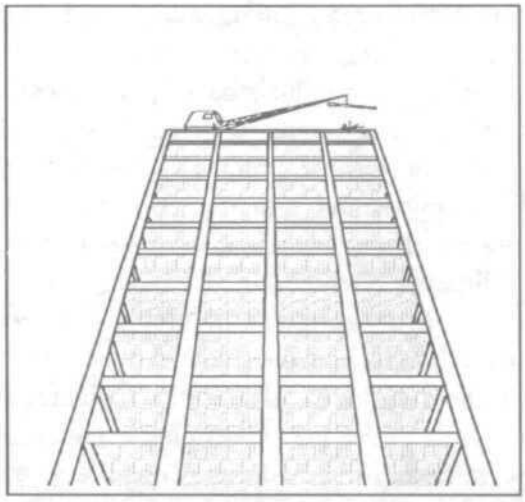


Figura 3-9. Algunas veces los soldadores van a lugares donde la mayoría de la gente preferiría no ir.

Las quemaduras pequeñas pueden infectarse y es eso, precisamente, lo que se debe evitar.

Algunos tipos de la luz producida por la soldadura pueden provocar quemaduras. Estos incluyen la ultravioleta (la más peligrosa) y la infrarroja. Para filtrar esta dañina luz se usan anteojos de segundad y, algunas veces, cascos completos.

En la soldadura siempre habrá chispas calientes, metal y escoria. El tipo de ropa de protección adecuada puede protegerle contra cualquier clase de riesgo de quemadura. Además de los anteojos de seguridad, quizá también necesite tapones y protectores para los oídos y un casco de seguridad de soldadura de arco.

Vapores tóxicos. Se deben eliminar todos los vapores de soldadura antes de que lleguen al rostro del soldador cuando se agache para soldar. Cuando la ventilación no pueda dispersar los vapores, se deben proporcionar respiradores para los soldadores que trabajan en una área cerrada.

Procesos de soldadura blanda y soldadura fuerte. El riesgo más importante de la soldadura blanda y la soldadura fuerte está asociado con los vapores tóxicos que se desprenden de los metales y los fundentes calientes. (Los fundentes son materiales que se usan para unir los dos pedazos de metal). Para protegerse y proteger a los demás, verifique que los sitemas de escape estén siempre en buenas condiciones.

Hay ciertos metales para los que se necesita tanto la ventilación común y corriente como alguna ventilación adicional. En particular, el plomo y los metales que contienen plomo son muy tóxicos y pueden resultar fatales. Existen otros sobre los que sabrá con más detalle.

Los procesos de soldadura blanda y soldadura fuerte usan menos calor que la soldadura de gas o electricidad y no requieren tanta protección de ropa. No obstante, sí se necesitan los anteojos de seguridad. Debido a la importancia que tienen los anteojos de seguridad para un técnico de REAC, sería conveniente que adquiriera por lo menos un par de repuesto.

Más adelante en este curso aprenderá los detalles de seguridad relacionados con la soldadura blanda y la soldadura fuerte.

Cilindros de gas a presión. La soldadura de oxiacetileno utiliza cilindros de gas a presión para alimentar el soplete de la soldadura. Hay reglas específicas para manejar todo lo que sea tan peligroso como los cilindros de gas a presión. El gas puede ser oxígeno o acetileno. Estos dos se mezclan dentro del soplete para producir una de las llamas más calientes que hay.

Aquí le presentamos una buena razón para tomar todas las precauciones con un cilindro a presión: cada centímetro cuadrado de un cilindro de oxígeno es igual a una tonelada de presión. Sí, una tonelada. Evidentemente, habría grandes daños si se liberara esa presión de una manera equivocada.

Generalmente los cilindros están a la venta en diversos tamaños y capacidades. El cilindro más común es de 1.5 metros de altura y 23 centímetros de diámetro; su peso es de 60 kilogramos, aproximadamente. Es-

Figura 3-10. Todos los cilindros a presión deben manejarse con muchísimo cuidado.

tá hecho de lámina de acero de alta resistencia y es cuidadosamente probado antes de entrar en servicio. En algunos países, hay leyes que estipulan que después de eso se deben probar cada diez años. Además, se han establecido reglas para la construcción, la prueba, la comercialización, el llenado y el mantenimiento de los cilindros.

Se necesita mucha habilidad para manejar un cilindro. El cilindro se desplaza rodándolo por la parte inferior. Debe estar en posición vertical incluso cuando esté guardado. Nunca debe cargarse por el casquillo de protección. La válvula se podría romper si un cilindro de oxígeno que está en posición vertical no tuviera casquillo y se cayera. En ese momento el cilindro se convertiría en un pequeño y mortal cohete. No se podría decir cuándo se llegaría a detener.

En las lecciones de soldadura, podrá aprender más acerca de los cilindros.

Instalación y servicio

Con sentido común, la instalación y el servicio pueden llevarse a cabo con tranquilidad y eficiencia. Sin embargo, si la persona que trabaja no lo hace pensando en la seguridad, hay muchos riesgos que pueden amenazar su salud. Algunos de ellos son caídas de las azoteas, cortadas, quemaduras y serias tensiones musculares y de la espalda.

Cuando trabaje en unidades que estén en la azotea, emplee una escalera de seguridad y úsela con seguridad. Nunca suba o baje el equipo, las herramientas ni los accesorios por la escalera; súbalos y bájelos con una cuerda bien asegurada que sea manipulada por una persona arriba y otra abajo. Evite usar circuitos eléctricos cuando la azotea esté mojada.

Cuando hay mucho viento, evite poner en la azotea paneles o materiales ligeros. Asegure los paneles de bisagra para evitar que se golpeen con el viento.

Evite tocar bandas en movimiento de los motores eléctricos. Podría resultar seriamente lastimado si su mano se quedara atrapada entre la banda y la polea o el volante. Los ventiladores en movimiento podrían hacer mucho daño a las manos.

Tenga cuidado cuando trabaje con tuberías de metal. Evite cortarse. Asegúrese de que sea baja la presión del conducto antes de abrir la puerta de éste. Si se abre la puerta repentinamente, alguien se lastimará.

Es vital que usted sepa los códigos y las reglas regionales y locales antes de hacer cualquier tipo de trabajo con sistemas de aire acondicionado.

Debido a que son peligrosas las temperaturas y las presiones altas, los técnicos de REAC deben estar conscientes del peligro que implica adivinar el tamaño de las tuberías, condensadores, evaporadores y motores de un sistema de refrigeración. Use la hoja de especificaciones de los fabricantes. Una medida inadecuada de cualquier parte podría dañar la unidad o provocar situaciones peligrosas.

Levantamiento de objetos pesados. Utilice el equipo de montacargas y de acarreo adecuado para mover objetos pesados. Para protegerse los pies, utilice zapatos de seguridad con puntas metálicas. Sin duda conoce estos zapatos. Siempre ayuda saber que en caso de que usted o alguien más suelte algo en el piso, los dedos de sus pies no quedarán aplastados.

Las lesiones en la espalda pueden ser provocadas por levantar objetos pesados y por no usar los músculos de los brazos y las piernas correctamente.

Tensión muscular. Si hace trabajar sus músculos más de lo debido,éstos pueden dañarse y distenderse. Cuando levante objetos pesados, no obligue a su espalda a hacer el trabajo. Si su espalda sufre un tirón, no se sabe cuánto tiempo estará incapacitado. En vez de eso, utilice los músculos de las piernas.

En determinados momentos de su carrera, probablemente tendrá que desplazar unidades completas o partes de unidades. Si cree que los músculos es lo único que se necesita para mover de un lugar a otro una unidad de refrigeración, piénselo dos veces. Se necesita más que músculos; se necesita una buena planeación.

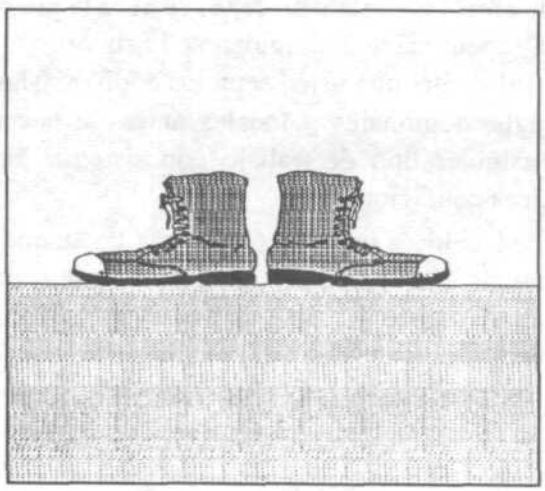


Figura 3-11. En muchas ocasiones un buen par de botas con puntas de metal pueden proteger sus pies de una dolorosa lesión.

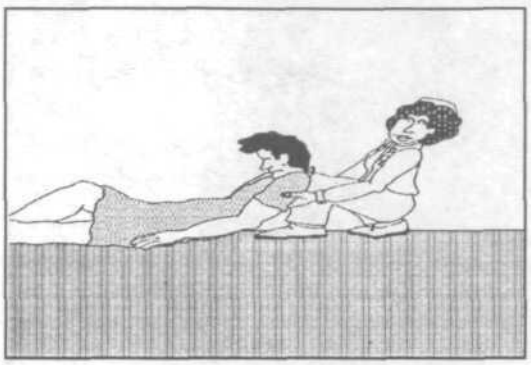


Figura 3-12. Las enfermeras usan los músculos de las piernas en lugar de los de la espalda para levantar a alguien. También usted debe hacerlo.

Para empezar, siempre es bueno tener a otra persona que le ayude. Aun así, tenga mucho cuidado en cómo levantan el objeto. Ya sea que lo haga usted solo o le ayude algún compañero, use su cerebro y los músculos para proteger su espalda.

Haga que sus piernas realicen el trabajo, no su espalda. Nunca se incline a levantar algo con la fuerza de su espalda, aunque tenga muy buena condición física. Se lastimará los músculos de la espalda y quizá tenga dolor por mucho tiempo. Una vez que la espalda se lastima, es posible que nunca se recupere totalmente. No debe tener este tipo de problema.

No se encorve. Doble las piernas y agarre bien el objeto. Luego levántese con la espalda derecha. Esto funciona para las enfermeras que algunas veces tienen que levantar a sus pacientes. Hasta las enfermeras muy pequeñas han podido mover a pacientes que pesan el doble que ellas. Han aprendido cómo lograr que los músculos de las piernas hagan el trabajo.

Si usted y su compañero no pueden hacer el trabajo, se requerirá el uso de una herramienta especial. Las herramientas especiales incluyen lo siguiente:

- la palanca o la carretilla con palanca,

- la carretilla de mano o puerta de levantamiento de una camioneta,
- la carretilla común y corriente (consulte la figura 3-2).

Ahora supongamos que tiene que mover un refrigerador muy grande por un piso alfombrado. Seguramente no la va a empujar o a jalar por la habitación. Lo que necesita son varias planchas de madera. Colóquelas enfrente del refrigerador. Después de subir un extremo de refrigerador sobre una parte de la plancha, puede comenzar a subir el refrigerador a toda la plancha. Mantenga las planchas enfrente del equipo mientras lo mueve.

Si el equipo que debe mover tiene plana la parte inferior, puede utilizar pequeñas extensiones de tubería en vez de planchas de madera. Este es un método muy bueno para mover cosas por una superficie sólida. Así que recuerde usar el cerebro cuando no pueda usar las piernas.

Combustibles

En tiempos remotos, se llevaban canarios a las profundidades de las minas para advertir a los trabajadores que había poco oxígeno en el área de trabajo. La falta de oxígeno afectaba a los canarios antes que a los mineros. Mientras el canario estuviera vivo y en buenas condiciones, los mineros sabían que estaban a salvo. Si repentinamente el canario dejaba de cantar y se enfermaba, los hombres sabían que el aire estaba lleno de monóxido de carbono y que era el momento de retirarse. Aquéllos eran unos días terribles para los canaritos.

Hoy en día se emplean instrumentos para detectar rápidamente la presencia de gases tóxicos. Sin embargo, a veces estos instrumentos no están al alcance del técnico. Una de las mejores formas de salvaguardar su salud y evitar incendios es tener bien ventilada el área donde trabaja.

Los gases son inflamables. Esto significa que pueden convertirse en llamas. ¿Pero cuánto gas se necesita para que se encienda? Esto depende de sus límites de inflamabilidad. Cada gas tiene un límite de inflamabilidad diferente.

Las siguientes sustancias son gases inflamables:

- metano
- etano
- gas natural
- propano
- butano

Cada uno de estos gases tiene un límite de inflamabilidad. Cada límite tiene un nivel superior y un nivel inferior. Los límites de inflamabilidad son diferentes para cada uno de los gases mencionados.

Entre los subproductos de estos gases está el monóxido de carbono que, como usted sabe, es mortal. El monóxido de carbono ha sido el responsable de muchas tragedias, y por eso se le ha llamado "el asesino silencioso".

Incendios

Hay muchas situaciones en las que puede iniciarse un incendio en el trabajo. Aunque sea muy poco el trabajo que haga con soldaduras a altas temperaturas, habrá otros trabajos en los que empleará líquidos inflamables. Probablemente tenga que trabajar mucho con motores, interruptores, generadores, transformadores y tableros de con-

trol. El equipo eléctrico está siempre sujeto a incendios. Los incendios se dividen en cuatro categorías:

- Clase A.
- Clase B.
- Clase C.
- Clase D.

Los incendios de *clase A* son conocidos como incendios de cosas combustibles comunes y corrientes. Este tipo de incendio tiene que ver con materiales como el papel, la basura, la madera y los trapos.

Los incendios de *clase B* son conocidos como incendios de líquidos inflamables. Los combustibles de este tipo de incendios serían las grasas y los aceites, la gasolina y los solventes.

Los incendios de *clase C* son incendios de equipos eléctricos. Las cosas que se queman son los motores, los interruptores, los generadores, los transformadores y los tableros de control.

Los incendios de *clase D* son incendios de metales combustibles. Hay muchos tipos de metales que pueden arder. Algunos de ellos son el cinc, el sodio, el aluminio y el litio.

Cada clase de incendio tiene su propio tipo de extintor, o extinguidor, como se conoce comúnmente. En caso de incendio, averigüe qué material se está quemando. Después use el extinguidor correcto para apagarlo. El agua no apagará cierto tipo de incendios, sino que puede hacerlos incluso mayores.

Incendio de clase A. Sólo se necesita agua para apagar un incendio clase A. Este extinguidor únicamente emplea agua. Tiene una letra A dentro de un *triangulo verde.*

Incendio de Clase B. Este extinguidor emplea espuma. Hay dos cámaras dentro de él. Una cámara contiene aluminio o sulfato férrico. La otra cámara contiene una solución de bicarbonato de sodio. Cuando se mezcla el contenido de ambas cámaras, producen dióxido de carbono en espuma líquida. El extinguidor de clase B tiene una letra B dentro de un *cuadro rojo.*

Incendio de clase C. Existen dos tipos de extinguidores químicos secos. Hay un extinguidor químico seco convencional que produce una corriente de polvo de bicarbonato de potasio y sodio. Puede utilizarse en incendios de clase B y C.

Luego viene un extinguidor químico seco multiusos que emplea una sustancia química llamada fosfato monoamoniacal. Este funciona para los incendios clases A, B y C. Ambos tipos tienen una letra C dentro de un *circulo azul.*

Incendio clase D. Finalmente viene el extinguidor de dióxido de carbono (COz). Este libera un gas de dióxido de carbono que termina con los incendios clases C y D. Tiene una placa que identifica los incendios que apaga.

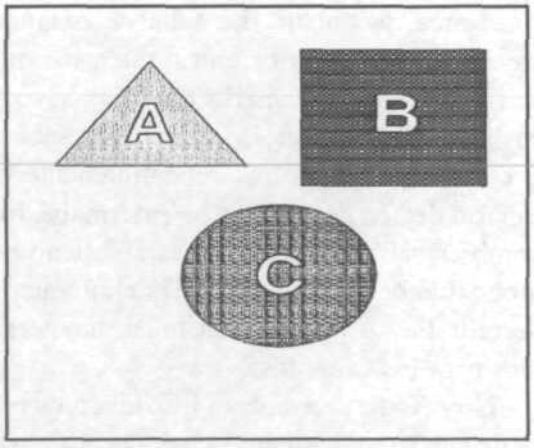


Figura 3-13. Cada extinguidor tiene una etiqueta que indica la clase de incendio que apaga.

Primeros auxilios en el trabajo

En este momento hablaremos un poco acerca de los primeros auxilios. Una vez más le diremos que esta sección no pretende reemplazar un curso completo de primeros auxilios. Sólo queremos destacar la importancia que tiene un buen curso sobre este tema.

Para empezar, siempre debe tener un estuche de primeros auxilios a la mano. Si trabaja en un taller, todos deben saber dónde se guarda el estuche de primeros auxilios. (Lo mismo sucede con los extinguidores.) Si va de un lado a otro, tenga siempre un estuche de primeros auxilios en su caja de herramientas.

Un buen estuche de primeros auxilios incluye:

- jarabe de ipecacuana (para inducir el vómito),
- sulfato de magnesio,
- cinta adhesiva,
- vendas esterilizadas,
- gasa de vaselina esterilizada,
- vendas elásticas,
- agua oxigenada,
- tijeras,
- pinzas,
- estuche para picaduras de insectos,
- aspirinas,
- termómetro,
- tapones con puntas de algodón,
- venda triangular,
- ungüento de anestesia,
- ungüento de antibiótico,
- rollos de vendas de gasa,
- vendas adhesivas.

Muchas veces una herida en el trabajo es tan sencilla que puede tratarse con desinfectante y cinta adhesiva.

Cuando ocurra una herida grave, debe recurrir inmediatamente a un médico. Cada minuto cuenta. En caso de que no se consiga ayuda médica, o tarde mucho en llegar, usted mismo tendrá que ayudar a la víctima.

En ese caso, lo más importante que debe recordar es: en primer lugar, no haga daño. Algunas veces, como cuando hay lesiones en la columna vertebral, sólo se debe mover a la víctima si su vida corre peligro.

Entre las lesiones graves que pueden ocurrir en el taller, están:

- los choques *(shocks)* debidos a la pérdida de sangre o corriente eléctrica,

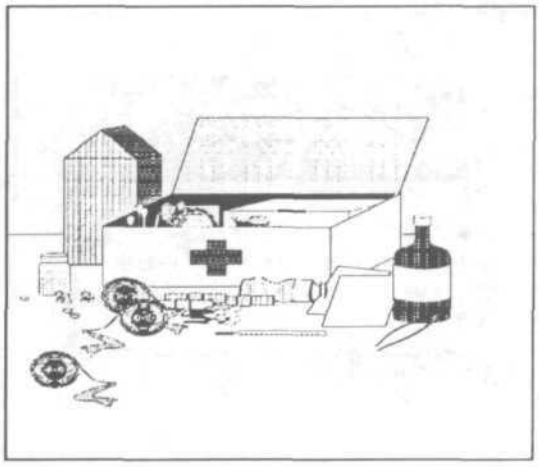


Figura 3-14. Tenga a la mano un buen estuche de primeros auxilios y asegúrese de que todos sepan donde está.

- las quemaduras,
- el sangrado,
- los huesos fracturados,
- las lesiones en los ojos.

Choque

Hay muchos tipos de choque diferentes. Los síntomas y tratamiento de choques eléctricos son similares a los del choque debido a la pérdida de sangre o a una herida física. Entre los síntomas del choque están el frío, piel húmeda y pegajosa, mucha sed, sangrado aparente o posible sangrado interno como consecuencia de una caída o un accidente. El pulso será muy alto, más de 100. La respiración es rápida y débil. Las pupilas se dilatan.

Antes de dar tratamiento, primero deberá recostar a la víctima. Levántele las piernas unos 30 centímetros. No las levante si sospecha que hay lesiones en la cabeza o alguna pierna rota. La víctima está perdiendo calor corporal, así que cúbralo con una cobija o un abrigo.

Figura 3-15. Lema para todos aquellos que ayudan a una persona herida.

No le dé a la víctima nada de comer o beber. En las películas se ve a los vaqueros dando whisky a sus compañeros heridos, pero esto es muy malo para alguien que se encuentra en choque. No dé *nunca* ningún tipo de alcohol (whisky, ron, brandy, o algo similar).

Si no hay ayuda disponible de inmediato, la víctima puede tomar pequeñas cantidades de agua con sal y bicarbonato sódico, si lo hay. El agua con sal ayudará a que el cuerpo reemplace parte del líquido perdido. La víctima no debe tomar demasiado de una sola vez. Déle pequeñas cantidades de agua con sal, pero que sea con frecuencia. Si no tiene sal o bicarbonato sódico al alcance, utilice agua simple.

Quemaduras

Probablemente ya sepa que las quemaduras se clasifican en quemaduras de primer grado, de segundo grado y de tercer grado. Las quemaduras de sol se consideran como de *primer grado*. Quizá las quemaduras de primer grado duelan durante un rato, pero se pueden tratar con un estuche de primeros auxilios y no requieren atención médica.

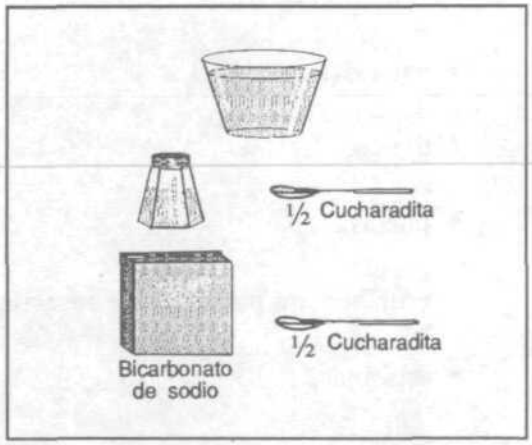


Figura 3-16. Las víctimas de choque *(shock)* pueden tomar dosis pequeñas y frecuentes de agua con sal.

Las *quemaduras de segundo grado* provocan enrojecimiento y ampollas y se pueden infectar. Trate el dolor con agua fría y cubra con una tela esterilizada.

Las *quemaduras de tercer grado* son las más graves. Con las quemaduras de tercer grado hay un daño a la piel muy considerable; también se dañan los vasos sanguíneos y los nervios. Quizá con daños a los nervios el paciente sienta poco dolor. Por lo tanto, ningún dolor en una quemadura seria es peor que el dolor, ya que puede ser señal de una lesión muy grave.

La víctima de una quemadura de tercer grado debe recibir atención médica inmediata. Mientras tanto, su labor consiste en hacer que el oxígeno siga fluyendo al cerebro, evitar la infección y reducir la inflamación.

Recueste a la víctima. Trátela como por choque por pérdida de sangre puesto que los problemas son los mismos (baja presión arterial, bajo suministro de sangre al cerebro). No le quite la ropa a menos de que se esté quemando o esté ardiendo. Eleve los brazos y las piernas si están quemados. Cubra a la víctima con una cobija.

Sangrado

El riesgo de un fuerte sangrado (hemorragia) es la falta de circulación, por lo que el cerebro no recibirá el oxígeno suficiente. Su labor consiste en detener la pérdida de sangre.

En la mayoría de los casos, se puede detener el sangrado ejerciendo una presión directa en la herida. Coloque muchas vendas para que absorban la sangre, y aplique presión encima.

NO retire las vendas para revisar la herida. Esto puede hacer que se abra la herida de nuevo. Si la herida es en un brazo o una pierna, es bueno levantarla más arriba del corazón para que la sangre regrese al cuerpo. Esto puede hacer más lento el sangrado. Cuando se mantiene sin movimiento el brazo o la pierna, el sangrado será todavía más lento y no se romperán los coágulos.

No vacíe antiséptico en la herida. Algunos antisépticos pueden dañar los tejidos sanos. En cualquier caso, no se tiene que preocupar por las infecciones. Su labor consiste en detener el sangrado.

Esto es muy importante en las fracturas cerca de las articulaciones, como el codo o la rodilla.

En el caso poco frecuente de que continúe el sangrado, tendrá que usar un torniquete para salvarle la vida a la víctima. En realidad, los torniquetes sólo son seguros

- en caso de amputación,
- cuando ya está perdida una parte de la extremidad,
- cuando hay choque y no se ha podido detener el sangrado por otros medios.

Recuerde que si ha habido una gran pérdida de sangre, se debe tratar a la víctima como si hubiera choque.

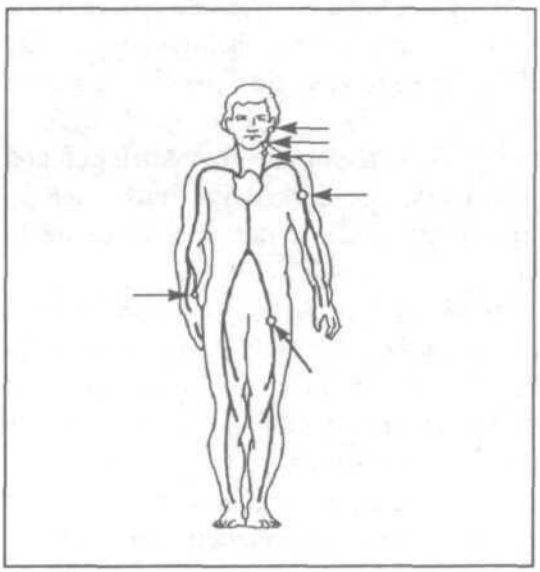


Figura 3-17. Puntos de presión del cuerpo.

Huesos fracturados

Un hueso fracturado nunca es fatal en sí mismo, pero puede provocar muchos daños. Los extremos dentados del hueso fracturado cortan los músculos y las venas. Puede provocar sangrado en el área de la fractura. Los extremos pueden cortar nervios y vasos sanguíneos importantes. Esto se aplica especialmente a las fracturas cerca de articulaciones como el codo y la rodilla.

Una fractura que corta la piel recibe el nombre *de fractura expuesta.* En una fractura expuesta pueden entrar gérmenes y causar infecciones. La fractura que no penetra la piel se llama *fractura cerrada.*

El objetivo de los primeros auxilios es detener la pérdida de sangre, mantener el flujo de sangre al cerebro, evitar daños posteriores, evitar infecciones y reducir el dolor.

Si se trata de una fractura expuesta, controle el sangrado ejerciendo presión con vendas. Si se fracturan muchos huesos o huesos grandes, el sangrado interno podría provocar choque. Examínelo y dé trataf miento de choque para que la sangre siga fluyendo al cerebro.

Ya que se haya ocupado de eso, revise a la víctima para ver si ha habido nervios dañados. Se sabe que hay nervios dañados porque se entume la piel debajo de la fractura. Si se han cortado vasos sanguíneos importantes, quizá no haya pulso debajo de la herida y sea anormal el color de la piel.

Para reducir el dolor, asegúrese de mantener totalmente inmóvil el área de la fractura. Para lograr esto, deberá mantener inmóviles la articulación de arriba y la de abajo. No -repetimos, NO- intente estirar huesos fracturados o zafados. Eso sólo podría causar más cortadas y dolor intenso. En vez de eso, coloque una tablilla en la extremidad en la posición en que la encontró.

Si se trata de una fractura expuesta, cúbrala. No trate de limpiar la herida. Tal vez sólo haga que los gérmenes y el polvo entren más en la fractura y queden en contacto con el hueso mismo. Recuerde, *no haga daño.* Un hueso infectado es muy difícil de curar.

Lesiones en los ojos

En muchas operaciones de REAC, se les aconseja a los técnicos de servicio que usen anteojos de seguridad. Por ejemplo, se deben usar anteojos de seguridad cuando se está usando soldadura y cuando se trabaja con refrigerantes, lubricantes y sustancias químicas. También protegen los ojos de vapores tóxicos irritantes. Use sus anteojos de seguridad. Repetiremos este consejo a lo largo del curso. Queremos proteger su vista. No obstante, los accidentes suceden, hasta a los más cuidadosos.

Gran parte del tiempo, los técnicos de REAC trabajan con sustancias químicas. Debe usted saber cómo tratar las quemaduras con sustancias químicas. Cuando se trata de los ojos, cada segundo cuenta. Un tratamiento adecuado a tiempo puede salvarle la vista a usted o a un compañero.

Algunas sustancias químicas pueden provocar cicatrices y daños permanentes al globo del ojo, lo que puede producir ceguera. Su labor consiste en retirar rápidamente toda la sustancia química.

No deje que la víctima se frote los ojos ni que los mantenga cerrados. Si así lo hace, la sustancia le seguirá quemando el ojo.

Enjuage el ojo con agua limpia durante 15 minutos, con reloj en mano. No utilice agua caliente. Para hacer esto, haga que la víctima se recueste cerca de una llave de agua. Mantenga abierto el ojo de la víctima con una mano, vacíe agua lentamente sobre el globo del ojo por la orilla interior y luego deje que salga del ojo por la orilla exterior.

Después de haber enjuagado el ojo durante 15 minutos (ni un minuto menos), lleve a la víctima a la sala de urgencias o donde haya ayuda médica disponible.

Si usted es la víctima y se encuentra solo, haga lo siguiente: llene con agua un recipiente o un lavabo, meta la cara en el agua y abra y cierre los ojos. Cambie el agua por lo menos cada cinco minutos. A menos de que el médico se lo haya recomendado, no use como antídoto el vinagre. Después de enjuagar el ojo durante 15 minutos, vaya a la sala de urgencias más próxima.

Quemaduras por radiación térmica. A las quemaduras en los ojos que ocurren cuando se les exponen a rayos ultravioleta se les llama *quemaduras por radiación térmica.* Puede suceder al estar soldando cuando el soldador no lleva anteojos de seguridad. Hay muchas horribles historias acerca de lo que le pasa y lo que le puede pasar a los ojos del soldador cuando no usa anteojos de seguridad.

\Nunca vaya a soldar sin sus anteojos de següridad!

Figura 3-18. En el tratamiento de quemaduras por sustancias químicas en los ojos, cada segundo es vital para el paciente.

Ojos rasguñados. El problema con un globo ocular rasguñado es la posibilidad de una infección posterior. El ojo puede sanar sólo si no se presenta ninguna infección. Por lo tanto, usted deberá mantenerlo limpio. Lávese las manos para que no entren más gérmenes en el ojo. Enjuague el ojo para que se limpie. Mantenga cerrado el ojo en su camino a Ja sala de urgencias o consultorio médico.

Consulte al médico para cualquier tipo de lesión ocular. Aunque se sienta bien al día siguiente, cuide su valiosa vista. Que el médico lo dé de alta; es mucho mejor estar seguro que arrepentirse después.

El curso de primeros auxilios

Los primeros auxilios que acabamos de describir son sólo algunas de las muchas cosas que podría aprender en un curso exclusivo de primeros auxilios. Le recomendamos que lo tome. Siempre es agradable aprender cosas nuevas. Si sabe de primeros auxilios estará más seguro de sí mismo. Lo mejor de todo es que quizá algún día ayude a salvar la vida de alguien. Esa sería una maravillosa experiencia.

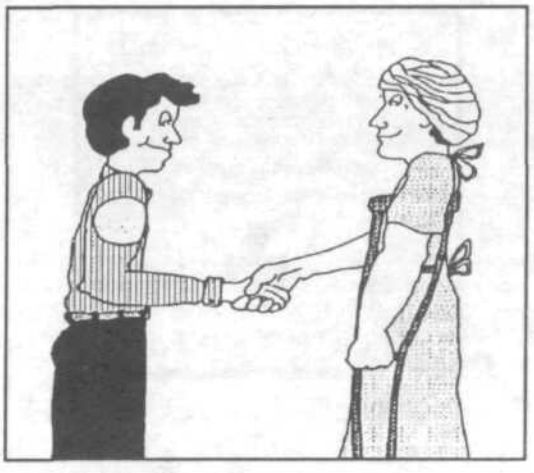


Figura 3-19. La mejor recompensa de tomar un curso de primeros auxilios es salvarle la vida a alguien.

Entre otras de las emergencias que se tratan en un curso de primeros auxilios están los ataques cardiacos, sobredosis de drogas, envenenamientos, accidentes automovilísticos y lesiones en la columna vertebral y cabeza. Aprenderá a salvar a alguien que se está asfixiando y a dar RCP. RCP quiere deicr *resucitación cardiopulmonar*. Se refiere al método usado para salvar a una persona cuyo corazón o respiración se ha detenido.

Para mayor información, consulte con la Cruz Roja de su zona o en los departamentos de servicios de urgencias de casi cualquier hospital.

Su bienestar físico y mental

La salud personal es un aspecto muy importante de la seguridad. Si usted se encuentra saludable, no sólo está más vivo y alerta en el trabajo, sino que está en mejores condiciones de evitar accidentes o situaciones peligrosas.

Si de cualquier forma tiene algún accidente o sufre alguna lesión, un cuerpo saludable se recuperará con más rapidez.

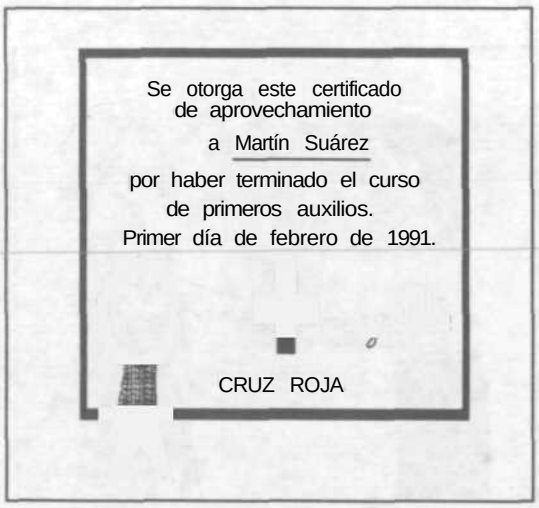


Figura 3-20. Después de finalizar el curso de primeros auxilios, la Cruz Roja le entregará un certificado.

La salud física depende de muchas cosas. Depende mucho de su bienestar emocional. Depende de que haga ejercicio regularmente para que mejore la circulación sanguínea y mantenga sus músculos fuertes. Las células del cerebro no pueden funcionar de manera adecuada si no tienen un buen suministro de oxígeno proveniente de la sangre, lo que se logra con la circulación. La buena circulación se alcanza con el ejercicio. Sin el ejercicio, se entorpecen tanto las capacidades físicas como las mentales.

La comida con que se alimenta puede cambiar muchísimo su nivel de energía. Quizá haya notado que una comida muy grasosa hace que se sienta cansado todo el día siguiente. La comida ligera y nutritiva hace que usted se sienta elástico y que pueda enfrentarse al mundo.

Si da a su cuerpo el tipo de alimento que en realidad necesita, con seguridad notará una mejoría en su bienestar. El cuerpo no puede renovarse con la energía vacía de refrescos de cola, golosinas y papas fritas. Si se llena de alimentos chatarra, su sistema utiliza una gran cantidad de energía sólo para encargarse de ese alimento chatarra. Así pues, se obliga al cuerpo a emplear una energía valiosa que podría servir para la verdadera acción.

¿Cuáles son las cosas que le sirven? Bueno, alimentos como las verduras, las frutas, granos enteros como el trigo entero y el arroz dorado, las nueces, las semillas y la carne sin grasa.

Mucha de la gente que ahora come menos carne roja, o no la come, parece estar mucho mejor. Si usted acostumbra comer mucha carne roja, trate de sustituirla gradualmente por pollo y pescado. Los productos lácteos pueden ser saludables, pero mucha gente es alérgica a ellos. Quizá sea mejor no ingerir muchos productos lácteos.

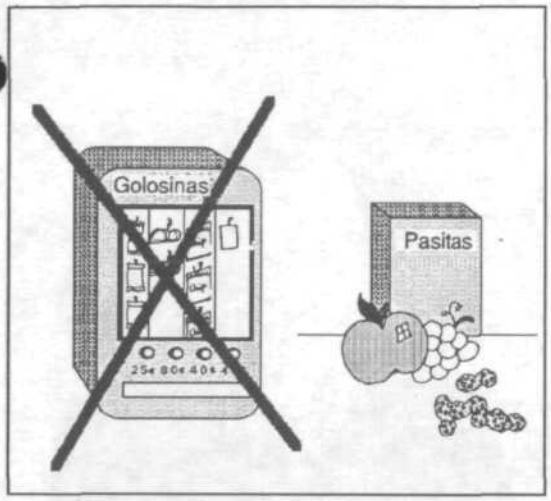


Figura 3-21. Su alimentación puede significar una gran diferencia para su estado físico y mental.

No hay dos personas iguales. Cada quien debe tener su propia dieta saludable.

No se puede (ni se debe) cambiar repentinamente los hábitos alimentarios. Eso significaría un gran choque para el organismo. No obstante, se puede intentar una sola cosa a la vez. No se apresure ni se sienta culpable si reincide. Simplemente empiece por dejar de comer azúcar blanca, harina blanca o cualquier cosa que tenga conservadores. Esto incluye la mayoría de las galletas, el pan y los pasteles que se venden en las tiendas.

Debemos ingerir menos sal y menos comidas grasosas. Si es posible, trate de comer menos alimentos fritos. Si no puede comer verduras frescas, es mejor que las consiga congeladas y no enlatadas. El calor que se emplea en el proceso de enlatado, destruye casi todo el valor alimentario.

Si tiene deseos de comer algo dulce en la tarde, las pasas y los duraznos secos contienen mucha azúcar de fruta natural. (El cuerpo digiere fácilmente el azúcar de la fruta. Es un endulzante natural que no eleva los niveles de insulina como otros endulzantes. Algunas veces al aumento de los niveles de insulina se le conoce como "choque de azúcar".) Podemos también sugerir un poco de fruta fresca, tal como el "cepillo de dientes natural" que es la manzana crujiente y jugosa. ¡Buena para las visceras!

No olvide tomar muchos vasos de agua simple de vez en cuando durante el día. El agua simple ayuda a eliminar las toxinas del organismo.

Una vez más, todos somos distintos. Si desea leer más sobre el tema, hay muchos libros buenos disponibles. Haga experimentos para averiguar el tipo y la cantidad de comida que le cae bien. Con el tiempo, su cuerpo se lo agradecerá. Los alimentos adecuados, junto con las actividades físicas regulares, pueden hacer milagros. Se sentirá lleno de energía y capaz de trabajar a su nivel máximo.

Concéntrese en su trabajo

Como ya hemos mencionado, la salud física también depende del bienestar emocional. Ni la mejor comida del mundo puede resolver todos sus problemas. Todos, en uno u otro momento, tenemos que lidiar con problemas personales que pueden llegar a agobiarnos. Sin embargo, si se trabaja bajo mu-

Figura 3-22. Si a usted le interesa leer más sobre cuestiones de salud, hay muchos libros buenos a su alcance.

cha tensión, puede ser fatal para un técnico de REAC.

Cuando su mente está a mil kilómetros de distancia, ¿cree poder confiar en usted mismo si hace un trabajo en el que tiene que usar electricidad? Suponga que olvidó desconectar la corriente y su compañero recibió una descarga que lo aventó hasta el otro lado de la habitación. Suponga que es una descarga fatal. Una tragedia así arruinaría su vida. Suponga que estaba tan concentrado en un problema familiar que perdió el equilibrio y cayó de la azotea. Evidentemente, ahora tendrá un conjunto de problemas nuevos qué resolver.

Quizá los empleados de tiendas y oficinas puedan ausentarse soñando, pero los técnicos de REAC no deben dejar que su mente vagabundee. Cuando sienta que no es capaz de estar completamente en el trabajo, no ponga en peligro su vida ni la de los demás. En vez de eso, vaya a resolver la situación que lo tiene tan preocupado. Hable con alguien en quien confíe, ya sea un amigo, un familiar o un consejero profesional. Por su propio bien y el de los demás, solucione sus problemas personales fuera del trabajo.

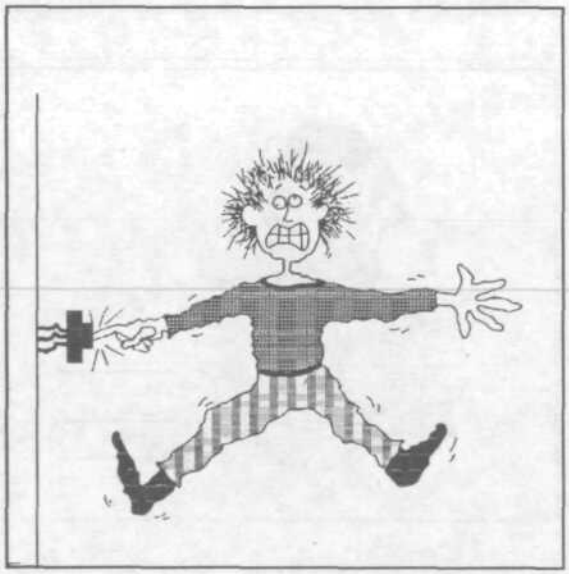


Figura 3-23. Usted podría ser una seria amenaza para sí mismo si su mente no está en el trabajo.

Figura 3-24. Haga todo lo que se deba hacer para proteger su recurso número uno: usted mismo.

Resumen

Sin importar cuál sea su lugar de trabajo, debe conocer los posibles riesgos de descargas eléctricas, vapores tóxicos, quemaduras cortaduras y otras lesiones.

Ponga mucha atención en cualquier trabajo que esté haciendo. Cada vez que planee un trabajo, tome las precauciones necesarias para reducir cualquier riesgo.

En caso de que ocurra un accidente, primero intente dar los cuidados de emergencia. Se pueden dar primeros auxilios mientras se espera a que llegue la ayuda médica.

El cuidado y el uso adecuado de las herramientas es una medida de seguridad muy importante. Use cada herramienta sólo para lo que fue diseñada. Cuando emplee algún equipo, asegúrese de hacerlo conforme a las instrucciones.

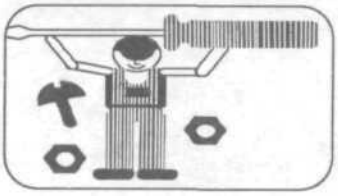
Dependiendo de lo que se esté quemando, los incendios pueden ser de cuatro clases diferentes: la clase A es de papel, basura, madera y trapos. La clase B es de solventes inflamables. La clase C es de equipo y materiales eléctricos. La clase D es de diferentes tipos de metal.

Figura 3-25. No aprenda a golpes sus reglas de seguridad.

Todos los extintores (o extinguidores) tienen una etiqueta, para saber qué tipo de extintor se necesita para apagar determinada clase de incendio.

Acostúmbrese a tener hábitos de seguridad. Primero estudie cada trabajo e identifique cualquier riesgo posible. Si está consciente de lo que puede suceder, podrá asegurarse de que no suceda.

Repase minuciosamente el contenido de esta lección cuantas veces lo considere necesario. Comprenderá mejor su importancia conforme avance en el estudio de su curso.



Tareas Prácticas

Los primeros auxilios como parte de la seguridad industrial

Materiales que usted necesitará
- Lápiz
- Papel

Información previa

En casi todos los países, los gobiernos han manifestado mucha preocupación por los aspectos de la seguridad social y de la seguridad industrial. Bastante se ha legislado sobre la seguridad en el trabajo, buscando disminuir al mínimo estos riesgos y accidentes que tan elevados costos económicos y sociales, provocan a cada país.

Un accidente puede cambiar totalmente el curso de su vida, lo puede inutilizar para el desempeño de sus labores, sobre todo si no conoce cuál debe ser el tratamiento de emergencia que se debe dar a una lesión. Por esta razón, es de mucha importancia que usted conozca los primeros auxilios que se deben dar a un lesionado. Esto puede ser de utilidad para usted o para alguien cercano a usted.

Es preferible que tenga los conocimientos y no necesite utilizarlos, a que los necesite y no los tenga.

Lo que usted deberá hacer

Obtener la información básica sobre la aplicación de los primeros auxilios para accidentes de trabajo.

Procedimiento

1. Localice alguna institución de seguridad social (hospital) cercana a su hogar. De no haber, acuda al puesto de socorro de la Cruz Roja en su localidad.

2. Solicite información sobre la prestación de primeros auxilios, ya sea folletos o cursos.

3. Estudie la información obtenida o haga el curso ofrecido.

4. Cuando haya leído su información o realizado su curso, vuelva a leer su lección y localice el tratamiento para cada caso.

5. Procure hacer un listado de lesiones y tratamiento correspondiente, y colóquelo en un lugar visible de su casa o de su taller.

Conclusiones

Ahora usted posee información básica sobre la manera de tratar algunas lesiones. Aunque una información más completa requiere estudios de medicina, ahora puede usted evitar ya un daño mayor o hasta llegar a evitar la muerte de una persona.

... y después, ¿qué sigue?

Los "aspectos básicos" constituyen la estructura de su aprendizaje sobre refrigeración y aire acondicionado. En las dos siguientes lecciones conocerá los distintos sistemas, sus ventajas y desventajas, y cómo funciona cada uno.

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso. Escoja una sola respuesta para cada pregunta. Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. Dos aspectos de la seguridad industrial son la seguridad personal y

   a. la venta de servicios.
   b. terminar pronto el trabajo.
   c. el salario.
   d. no dañar el equipo ni las herramientas.

2. **Si una sustancia es inflamable, significa que**

   a. apagará los incendios.
   b. será un buen refrigerante.
   c. arderá fácilmente.
   d. eliminará los vapores.

3. Todos los componentes para refrigeración deben

   a. ser de acero inoxidable.
   b. protegerse con hule.
   c. bañarse con refrigerante.
   d. conservarse limpios y secos.

4. **Nuestros órganos más delicados son**

   a. los brazos.
   b. las piernas.
   c. el corazón y el cerebro.
   d. los intestinos.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

mp abe que las respuest
ar adas en este talón,
ori pondan precisamente
a s que aparecen en
hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Clave da Lección L403

5. Un capacitor cargado puede

a. dar una fuerte descarga.
b. hacer funcionar un gran tostador.
c. advertir la presencia de vapores tóxicos.
d. apagar un incendio de metales.

6. En los trabajos de minería profunda, se usaban los canarios para detectar la presencia de

a. materiales inflamables.
b. monóxido de carbono.
c. tetracloruro de carbono.
d. refrigerantes.

7. A menudo, al monóxido de carbono se le llama

a. el asesino silencioso.
b. el buen refrigerante.
c. el mejor gas para soldar.
d. el sustituto del **CO2.**

8. En caso de fuego en el área de trabajo, primero_____y luego use el extinguidor correcto para apagarlo.

a. averigüe qué material se está quemando
b. échele agua
c. échele café caliente
d. échele espuma de jabón

9. Si alguna sustancia química entra en los ojos,

a. enjuague con agua limpia durante 15 minutos y luego consiga ayuda médica.
b. póngase inmediatamente sus anteojos de seguridad.
c. beba pequeñas cantidades de agua con sal.
d. pida permiso para faltar ese día.

10. Lo más importante que debe recordar cuando esté dando primeros auxilios es

a. diagnosticar el problema adecuadamente.
b. dar agua con sal.
c. averiguar el nombre y domicilio de la víctima.
d. "Primero, no haga daño".

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. Compresores....12
3. Evaporadores....21
4. Condensadores....24
5. Resumen....26
6. Tareas prácticas....27
7. Examen....29

Sistemas de refrigeración
(Primera parte)

L404 6a

Hemphill
SCHOOLS

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3
- Calor, 4
- Presión del aire, 5
- Termómetro, 5
- Unidad térmica británica (Btu), 6
- Caloría (cal), 7
- Calor latente, 7
- Calor sensible, 8
- Calor específico, 8
- Supercalor, 8
- Termodinámica, 8
- Refrigerante, 8
- Compresor, 9
- Evaporador, **10**
- Condensador, **11**

Compresores, **12**
- Compresores recíprocos, **12**
- Compresores rotatorios, 18
- Compresores de tornillo, **19**
- Compresores centrífugos, 20

Evaporadores, 21
- Métodos de control del refrigerante, 22
- Diseños de evaporador, 22

Condensadores, 24
- Condensadores enfriados por aire, 24
- Condensadores enfriados por agua, 24
- Condensadores evaporativos, 25

Resumen, 26

Tareas prácticas:
- Identificación de las partes de un sistema de refrigeración por compresión, 27

Examen, 29

Introducción

Los sistemas de refrigeración tienen la finalidad de enfriar materiales, como los alimentos o el aire. Por eso también se les conoce como *sistemas de enfriamiento.* Los sistemas de refrigeración están formados por dos partes principales: un sistema eléctrico y un sistema mecánico.

El sistema eléctrico consta de muchas piezas. Cuenta con un motor para el compresor, un arrancador, un ventilador para el condensador, un termostato, y relevadores e interruptores. En lecciones posteriores de este curso hablaremos acerca del sistema eléctrico.

El sistema mecánico está compuesto, también, por muchas partes. En el centro del mismo se encuentra el compresor. Además, posee un condensador, un evaporador, controles y líneas de refrigerante. En la figura 4-1 se ilustran las principales partes mecánicas de un sistema común de refrigeración.

En esta lección, describiremos los fundamentos mecánicos de los sistemas de refrigeración. Le explicaremos qué son los compresores, los evaporadores y los condensadores. Descubrirá cómo trabajan juntos en un sistema de refrigeración. Conocerá, además, los tipos de compresores, evaporadores y condensadores.

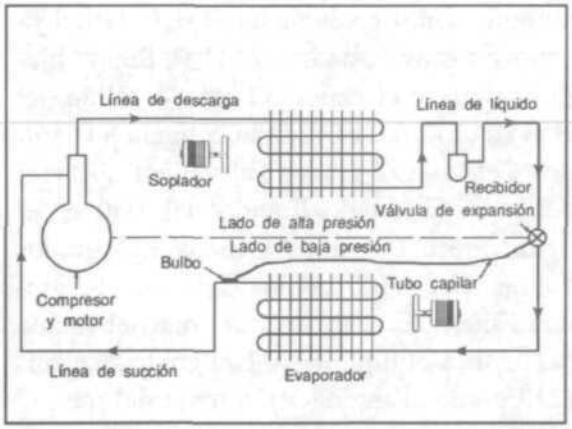


Figura 4-1. Partes mecánicas de un sistema común de refrigeración.

Al estudiar los sistemas de refrigeración, puede encontrar palabras que, de momento, no sepa su significado. Por lo tanto, le vamos a dar algunas definiciones y descripciones básicas. Le ayudarán cuando expliquemos los fundamentos de los sistemas de refrigeración.

Definiciones y descripciones.

Podrá parecerle extraño que comencemos con una definición del calor. Esto lo hacemos por la naturaleza del calor. Le sorprenderá más cuando aprenda que el *calor* y las leyes que gobiernan el trabajo del mismo son las bases para el proceso de enfriamiento.

Algunas veces, los estudiantes se asombran porque necesitan aprender acerca de los átomos, las moléculas y otras cosas. Preguntan qué relación tienen las leyes de la termodinámica con el enfriamiento. Para comenzar, cuanto mejor conozca usted las bases de su negocio, mejor realizará su trabajo. Por supuesto, esas bases están relacionadas con la forma en que trabajan los sistemas de refrigeración. Sin embargo, también es importante saber exactamente cómo trabajan. La *termodinámica* es el conjunto de leyes físicas relacionadas con la forma de trabajar del calor. Estas leyes le dirán a usted por qué trabajan los sistemas de refrigeración. *La física* es la ciencia que nos enseña cómo trabajan las cosas en el mundo y por qué lo hacen de ese modo.

Ya sea que usted trabaje por su cuenta o para alguien más, habrá problemas que no se expliquen en los manuales. Pero si conoce las leyes básicas que se usan para establecer los sistemas de refrigeración, tendrá una mejor oportunidad para resolver esos problemas.

Los empresarios contratan técnicos que sean buenos mecánicos. Es decir, contratan personas que saben **cómo** trabajan los sistemas de refrigeración. Pero ellos estarán to-

davía más satisfechos si estos mecánicos saben *por qué* trabajan esos sistemas.

Las compañías saben que un técnico con este tipo de conocimientos firmes es la mejor clase de empleado. Por lo tanto, si usted sabe cómo y por qué trabajan los sistemas de refrigeración, lo contratarán antes que a otra persona que sólo tenga la mitad de los conocimientos. Con éstos, será más probable que usted progrese en el trabajo. Tendrá más oportunidad de ganar ascensos. Simplemente, será un mejor técnico.

CALOR *(heat)*

El *calor* es una forma de *energía.* El calor ejerce su energía sobre el átomo. El *átomo* es la parte más pequeña de un elemento. Un *elemento* es un material básico, como el oxígeno. Todas las sustancias están compuestas por átomos. Los átomos se combinan para formar *moléculas.* En la mayoría de las sustancias, los átomos están en movimiento. Algunas veces, se mueven muy lentamente. Otras veces, con mucha rapidez. Si usted aplica calor a una sustancia, sus átomos se moverán más rápidamente. Si extrae calor de una sustancia, sus átomos se mueven con más lentitud. El *frío* no es una forma de energía. En otras palabras, el frío es el estado donde hay carencia de calor. Usted ya ha aprendido algunas leyes básicas de la física.

Esta es otra ley básica. El calor siempre se mueve de un material más caliente a un material más frío. Para calentar el agua, aplicamos calor a ella. Para enfriarla, extraemos calor de la misma. ¿Cómo? Bueno, una manera consiste en agregar cubos de hielo. Un cubo de hielo no suministra frío al agua. Absorbe calor de ésta hasta que se derrite. (Consulte la Figura 4-2.)

Calentamos aire aplicándole calor. Esto es relativamente fácil hacerlo. Para enfriar el aire, no le aplicamos frío. Extraemos calor de él. Esto no es tan fácil de lograr, pero

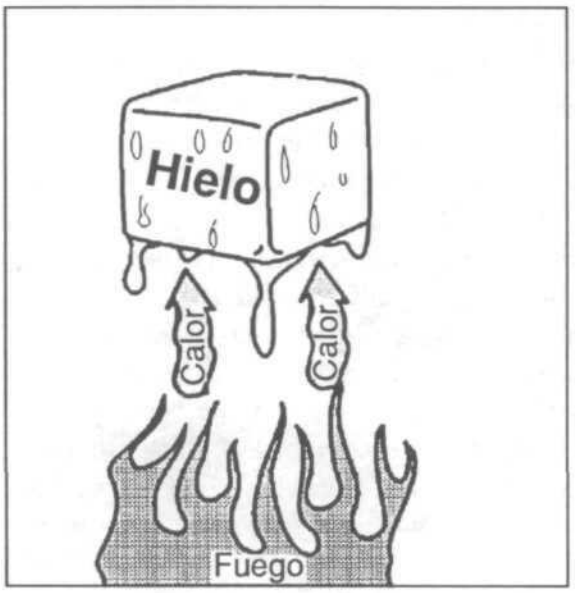


Figura 4-2. El calor siempre se mueve de una sustancia más caliente a otra más fría.

se puede hacer. En esta lección aprenderá cómo se hace.

Estas son algunas de las leyes más elementales de la física. Toda la *materia* toma la forma de tres estados diferentes: *sólido, líquido y gaseoso.* Cuando usted aplica o extrae calor, cambia la temperatura de la materia. Si agrega suficiente calor a una sustancia, en realidad cambia su estado. Extrayendo calor también puede cambiar el estado de la materia.

Como ejemplo, tomemos el agua. El nombre científico del agua es H2O. Usted ya conoce los tres estados del H2O. Son el hielo, el agua y el vapor. El estado sólido del H2O es el hielo. El H2O se congela a O grados Celsius (32 grados Fahrenheit) al nivel del mar. El estado líquido del H20 es el agua. Entre O grados Celsius (32 grados Fahrenheit) y 100 grados Celsius (212 grados Fahrenheit), al nivel del mar, el estado del H2O es el líquido. A 100 grados Celsius (212 grados Fahrenheit), a nivel del mar, el H20 hierve y se transforma en gas. El estado gaseoso del H2O es el vapor.

PRESIÓN DEL AIRE *(air pressure)*

La importancia del nivel del mar, en términos de la temperatura, es la *presion.* La capa de aire que se encuentra alrededor de la tierra, conocida como atmósfera, ejerce una presión hacia abajo sobre la tierra. A diferentes alturas, la presión del aire es distinta. En las montañas existe una presión más baja del aire que en los valles. Hay menos aire aplicando presión en el monte Everest que en el Valle de la Muerte. El agua hierve a temperaturas ligeramente diferentes en cada uno de estos lugares. Los científicos usan el nivel del mar como la base de la presión del aire para medir la temperatura del punto de ebullición.

El efecto de la *presión atmosférica* sobre los puntos de ebullición de los líquidos es un elemento esencial del principio del enfriamiento. A temperaturas altas, el líquido se puede evaporar. Un gas se puede condensar, o transformarse en líquido, a temperaturas bajas. La temperatura a la cual un líquido se transforma en gas, o un gas se convierte en líquido, depende de la presión atmosférica. En un recipiente abierto, el agua se transforma en gas (vapor) a 100 grados Celsius. En un recipiente cerrado, se puede calentar a una temperatura de 1 a 2 grados más alta antes de transformarse en gas. Un recipiente cerrado produce presión porque no hay espacio hacia el cual pueda moverse el agua cuando cambia al estado de vapor. Al convertirse en vapor, éste permanece en el recipiente y aplica una presión sobre el agua restante. Se necesitará más tiempo para que toda el agua se transforme en vapor. El agua se calentará más antes de convertirse en vapor.

¿Le recuerda esto algún método para cocinar? Si se pone a pensar en ello, verá que es la forma en que trabaja una olla a presión. Un poco de agua cocina una gran cantidad de alimentos muy rápidamente en una olla a presión. En esta forma también trabaja el tapón de un radiador en el sistema de enfriamiento del motor de un automóvil. Aplica presión a dicho sistema. Por lo tanto, se eleva la temperatura a la que hierve el *refrigerante.*

El agua sometida a presión se calienta más antes de transformarse en vapor. Entonces, puede absorber más calor de otros materiales antes de convertirse en gas. Un sistema de refrigeración es un sistema cerrado, y aunque la mayoría de los sistemas de refrigeración no usan agua como refrigerante, el principio de funcionamiento es el mismo. El refrigerante se encuentra en un recipiente cerrado, por lo que puede absorber más calor de otros materiales antes de cambiar al estado gaseoso. Entonces, al evaporarse toma más calor y lo usa como *calor latente,* un concepto que también le explicaremos en esta lección.

TERMÓMETRO *(thermometer)*

Un *Termómetro* mide la temperatura. Con toda seguridad usted conoce los termómetros médicos. Los usamos para medir la temperatura del cuerpo. Sin duda alguna usted se habrá tomado su temperatura una que otra vez.

Los termómetros funcionan por la dilatación de la materia (ocupa más espacio) debida a la temperatura. La materia también se contrae (ocupa menos espacio) a causa de la temperatura. Esta es una ley de la física. Observe la Figura 4-3. Ponga atención al bulbo, conocido también como depósito. A menudo, la materia del interior del bulbo es mercurio o alcohol. Cuando se pone el termómetro en contacto con el material cuya temperatura se esté midiendo, el calor del material hace que la sustancia del bulbo se dilate hasta cierto punto, dependiendo de cuánto calor haya en ella. Para leer un termómetro, observe los números.

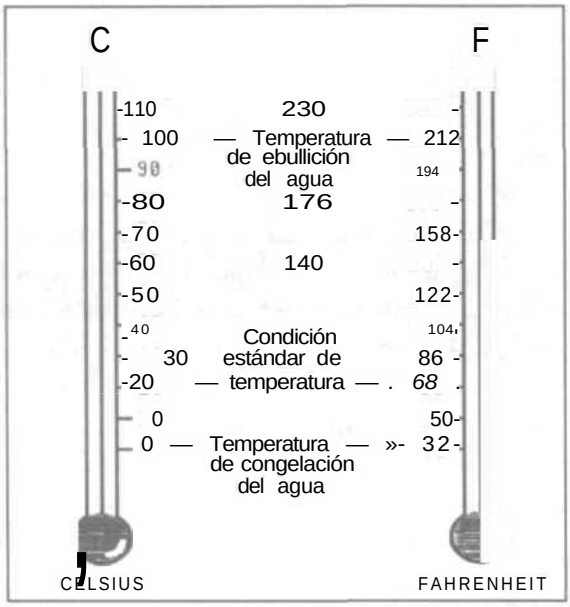


Figura 4-3. Este es un termómetro Celsius, o centígrado, comparado con un termómetro Fahrenheit.

El número en el cual deja de dilatarse el mercurio o el alcohol le indica la temperatura de la sustancia.

Algunos termómetros están graduados en el sistema centígrado, y otros lo están en el sistema Fahrenheit. Existen otros sistemas, pero estos son los dos que usted usará con más frecuencia en su trabajo. Por supuesto, necesitará saber qué tipo de termómetro está usando.

Celsius. Este es un sistema para medir la temperatura.

Es el que más se utiliza en el trabajo científico en todos los países. En este sistema, el punto de congelación del agua es de O grados al nivel del mar, y el punto de ebullición es de 100 grados al nivel del mar. Algunas veces se conoce *como centigrado,* pero se prefiere denominar Celsius. Se escribe °C para indicar que la temperatura está en grados Celsius.

Fahrenheit. Este sistema de medición de temperatura se desarrolló y se usa principalmente en los países de habla inglesa. Con un termómetro Fahrenheit, el punto de congelación del agua es de 32 grados al nivel del mar, y el punto de ebullición es de 212 grados al nivel del mar. Para indicar que la temperatura está medida en grados Fahrenheit, se escribe °F.

UNIDAD TÉRMICA BRITÁNICA
(british thermal unit)

Una pinta (473 mililitros) de agua pesa una libra (454 gramos), pero esto sólo es cierto para el agua. Cada sustancia posee su propio peso. Una pinta de ácido puede pesar dos libras (908 g).

La cantidad de calor que se necesita para elevar en un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua se conoce como *Btu* (que proviene de la palabra inglesa British Thermal Unit). El agua se ha tomado como norma para las Btu. ¿Por qué? Porque puede contener mucho calor antes de cambiar de estado.

Al nivel del mar se necesitan 970 Btu para transformar una libra (una pinta) de agua a 212 grados Fahrenheit (100 °C) en vapor. Una Btu también es la cantidad de calor que se extrae cuando se baja un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua. Para transformar el agua en hielo se deben extraer 144 Btu de una libra de agua a 32 grados Fahrenheit (O °C). Las Btu se usan para medir el efecto refrigerante.

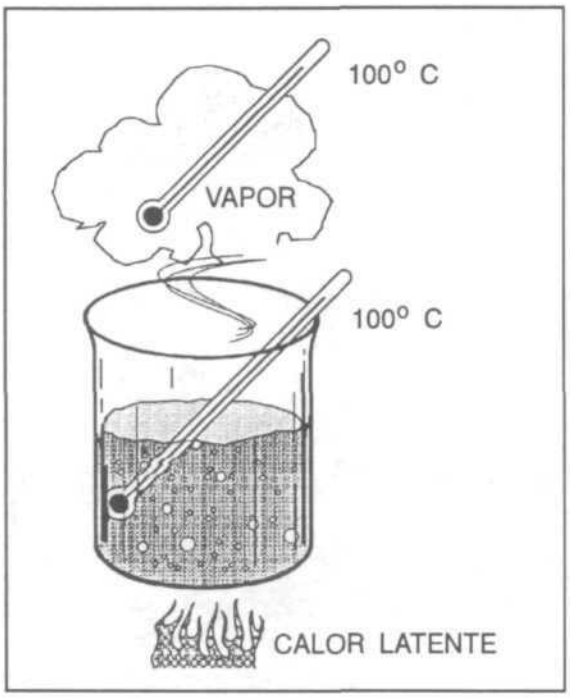


Figura 4-4. Un ejemplo del calor latente de vaporización en acción.

Si el vapor se encuentra en un recipiente cerrado y usted aplica más calor, solamente calentará el vapor. Este calor se conoce como *supercalor* y hablaremos de él más adelante.

CALOR SENSIBLE *(sensible heat)*

El *calor sensible* es el que produce un cambio de temperatura en una sustancia. Sin embargo, no causa un cambio de estado. Se puede medir con un termómetro. Cuando se eleva la temperatura del agua de O a 100 °C (32 a 212 °F), tiene lugar un aumento del calor sensible.

CALOR ESPECIFICO *(specific heat)*

El número de Btu que se necesita para aumentar en un grado Fahrenheit la temperatura de una libra (454 g) de una sustancia se conoce como su *calor específico.* Se necesita una Btu para aumentar en un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua. Por consiguiente, el calor específico del agua es 1.00, aunque la cantidad de calor que se necesita para aumentar en un grado Fahrenheit la temperatura de otras sustancias será diferente. Por ejemplo, el calor específico del . .erro es 0.130.

SUPERCALOR *(superheat)*

El *supercalor* es el calor sensible de un vapor que es mayor que el calor que se necesita para transformarlo a partir de un líquido. Otra manera de decir esto es: la temperatura de un vapor arriba de su punto de ebullición como líquido. Por ejemplo, el agua se calienta a 100 °C. Comienza a hervir y se transforma en vapor. En un recipiente cerrado, el vapor continuará calentándose. Se calentará más de lo necesario para permanecer como gas. Ese calor adicional es el calor sensible y se puede medir con un termómetro. También es un supercalor. ¿Por qué? Porque es más calor que lo necesario para cambiar el agua a la forma degas.

TERMODINÁMICA *(thermodynamics)*

La *termodinámica* es la ciencia de la mecánica del calor. Esto es lo que usted ha aprendido hasta aquí. Para ser más exactos, es la ciencia que estudia la relación entre el calor y la acción mecánica. Cuando haya terminado de estudiar este curso, sabrá mucho acerca de la termodinámica. Los sistemas de refrigeración por compresión están basados en la termodinámica.

REFRIGERANTE *(refrigerant)*

La sustancia que se usa para obtener y después conservar una temperatura baja en un sistema de enfriamiento recibe el nombre de *refrigerante.* Esta sustancia recoge el calor

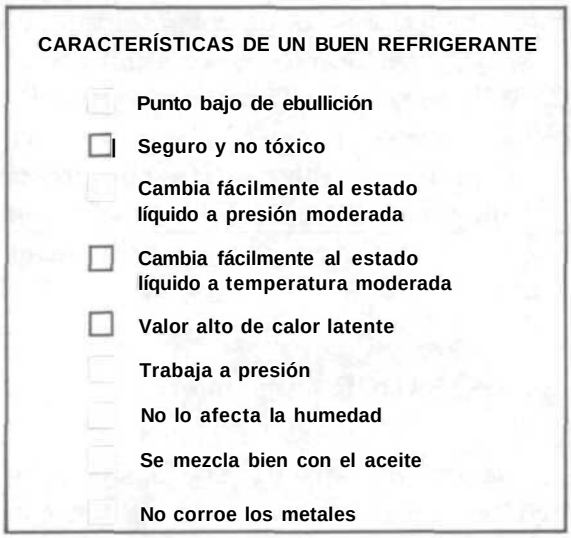


Figura 4-5. Propiedades de un buen refrigerante.

y se evapora (se convierte en vapor o gas) a una temperatura baja. Después cede el calor y se condensa (regresa al estado líquido) a una temperatura más alta. El tipo de refrigerante que se use depende del tipo de sistema en el cual se emplee. El refrigerante debe poseer las propiedades químicas, físicas y termodinámicas correctas para realizar un buen trabajo. También debe cumplir con los niveles de seguridad en caso de que se escape del sistema. La Figura 4-5 ilustra las cualidades de un buen refrigerante.

En una de las lecciones de este curso aprenderá lo relacionado con los refrigerantes. Por ahora, debe saber que el *gas freón* es el refrigerante que se usa con más frecuencia en las casas y los automóviles.

Líneas de refrigerante. Estas son las líneas que conducen el refrigerante entre las partes del sistema de enfriamiento. Las líneas de refrigerante se construyen con materiales de cobre, acero y aluminio.

Describiremos todas las líneas de conexión del refrigerante. Usted necesitará conocerlas.

COMPRESOR *(compressor)*

Un *compresor* es una bomba. En un sistema de refrigeración se emplea el compresor para aumentar la presión del vapor refrigerante. El compresor es la parte del sistema que recibe el gas refrigerante del evaporador a una presión baja. Después, comprime el gas hasta un volumen más pequeño a una presión más alta. Esto quiere decir que aumenta la presión en el gas y hace que ocupe menos espacio. La diferencia de presión que produce el compresor fuerza al refrigerante hacia el condensador.

Vamos a definir las diferentes clases de compresores que se usan. No se preocupe si no sabe qué significan estas definiciones en este momento. Más adelante, en esta misma lección, estudiará los compresores detalladamente. Por ahora, basta saber que las clases de compresores producen presión en diferentes formas.

Compresor recíproco. El compresor recíproco es el que más se utiliza. Los de tamaño pequeño se emplean para los sistemas comerciales, domésticos e industriales. Este compresor usa un pistón y un cilindro para aumentar la presión.

Compresor rotatorio. El compresor rotatorio posee un diseño mucho más simple que el compresor recíproco. Usa alabes, mecanismos excéntricos (descentrados, desequilibrados) u otros dispositivos giratorios (rotatorios o semejantes a una rueda) para aumentar la presión. Los sistemas de enfriamiento para automóviles utilizan mucho los compresores rotatorios.

Compresor de tornillo. Este tipo de compresor utiliza dos rotores, que giran, atrapan y comprimen el aire. Estos compresores se obtienen en tamaños de 100 a 700 toneladas de refrigeración. Pueden sustituir a los compresores centrífugos. El refrigerante que usan puede ser más seguro.

Compresor centrífugo. *La fuerza centrífuga* implica un movimiento de giro o de rotación. Es la fuerza que trata de empujar un objeto o partes del mismo lejos del centro de rotación. ¿Alguna vez ha montado en

un tiovivo? ¿Y qué decir acerca de una máquina de gravedad en una feria? Si lo ha hecho, ha sentido la fuerza centrífuga. Por la fuerza centrífuga usted y sus amigos se deben sujetar fuertemente al girar en un tiovivo. Si no lo hicieran, la fuerza centrífuga los lanzaría hacia afuera.

La fuerza centrífuga es el efecto por el cual usted no cae cuando se separa el piso bajo sus pies en la máquina de gravedad. La fuerza centrífuga lo sostiene contra los lados de la máquina. Esta fuerza también se puede usar en un compresor. Estos compresores se emplean principalmente en instalaciones más grandes, como escuelas, fábricas y edificios de oficinas. Más adelante, en esta lección, los explicaremos en detalle.

Compresor hermético. En este tipo de compresor, el motor impulsor se encuentra soldado con el compresor dentro de un domo sellado. No es fácil desarmar este compresor para repararlo. Usted encontrará los compresores herméticos en los refrigeradores y congeladores de uso doméstico. También los verá en los acondicionadores de aire para ventanas y en los sistemas centrales. (Consulte la Figura 4-6.)

Compresor semihermético. En este caso, el alojamiento para el compresor y el motor impulsor no es un domo soldado. Es fácil desarmar un compresor semihermético. Sólo se necesita desmontar los tornillos del alojamiento.

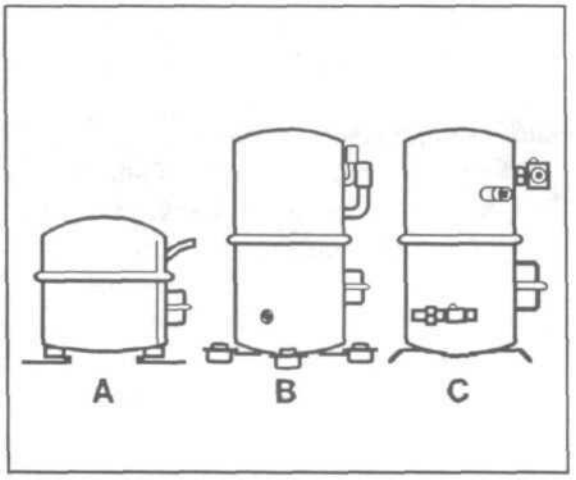


Figura 4-6. Compresores para *(A)* refrigeradores y congeladores domésticos, *(B)* acondicionadores de aire para ventanas, *(C)* acondicionadores de aire para sistemas centrales.

Compresor abierto. Un compresor abierto posee un cigüeñal. El cigüeñal sale del cárter y es impulsado por medio de un motor externo.

EVAPORADOR *(evaporator)*

El *evaporador* forma parte de un sistema de refrigeración. Consta de los serpentines de enfriamiento en la unidad de refrigeración. Es parte del sistema que usa el calor latente de vaporización. El refrigerante absorbe calor en el evaporador y se convierte en un gas.

Existen diferentes clases de evaporadores. No se preocupe si por el momento no comprende completamente estas definiciones. Más adelante describiremos los evaporadores con más detalle.

Evaporador de anaqueles. En un evaporador de este tipo, el refrigerante fluye por los serpentines que tienen la forma de anaqueles. Los productos que se deben refrigerar se almacenan en los anaqueles. El refrigerante absorbe calor de estos productos, se transforma en un gas y mantiene frescos o fríos los productos. El gas se colecta en el acumulador y, desde allí, se regresa al compresor. Algunas veces se instala a presión una placa de metal en los serpentines, por lo que a este evaporador se le conoce también como del tipo de placas. Los evaporadores de anaqueles se usan en los refrigeradores y congeladores domésticos y comerciales.

Evaporador de envolvente. En este tipo de evaporador, los serpentines se montan en las paredes del congelador. Este proporciona una superficie de enfriamiento más grande. Un ejemplo es el congelador de compartimientos. Allí, el refrigerante fluye

a través de los serpentines. Absorbe suficiente calor del contenido del compartimiento para congelarlo y mantenerlo a una temperatura muy baja. Cuando el refrigerante absorbe calor, se transforma en vapor, o gas. Los evaporadores de envolvente se emplean en los refrigeradores y congeladores domésticos y en los congeladores comerciales.

Evaporador de aletas. Aquí, se montan aletas en la tubería, o en los serpentines. Con esto también se obtiene una gran superficie de enfriamiento. A menudo, los evaporadores de aletas cuentan con un ventilador para hacer circular el aire a su derredor. Los serpentines absorben calor, por lo que esto enfría el aire que se mueve alrededor de los serpentines y las aletas. Los evaporadores de aletas se usan en los refrigeradores domésticos y comerciales, en los congeladores y en los acondicionadores de aire.

CONDENSADOR *(condenser)*

Los *condensadores* extraen el calor del refrigerante comprimido. Como los evaporadores, también usan serpentines y aletas. El condensador recibe el gas refrigerante caliente del compresor. Después, el condensador extrae calor del gas hasta que lo devuelve al estado líquido. Esto lo hace al mover el calor interior hacia el aire del exterior. Cuando el gas caliente pasa a través de los serpentines del condensador, pierde su calor en el aire más frío del exterior. Cuando pierde su calor, el gas refrigerante regresa -o se condensa- al estado líquido.

Cuando el refrigerante regresa al estado líquido, ¿qué clase de calor interviene? Si usted ha contestado que es el calor latente, tiene razón. ¿Qué clase de calor latente? Bien, el refrigerante ha cambiado del estado de vapor al de líquido, por lo que debe ser el calor latente de vaporización.

Existen muchas clases de condensadores. Enseguida le daremos una definición para cada uno de ellos y, más adelante, en esta lección, los describiremos detalladamente.

Condensador de convección natural. Este también se conoce como *condensador estático.* Mueve el calor hacia el aire exterior mediante el flujo natural del aire.

Condensador de convección forzada. Este es exactamente igual que un condensador de convección natural, excepto que usa un ventilador. El ventilador ayuda a mover el calor hacia el aire exterior. También se denomina *condensador de aire forzado.*

Condensador de tubo dentro de un tubo. Este condensador se parece a su nombre, ya que es un tubo dentro de otro tubo.

El tubo interior lleva el agua de enfriamiento en un sentido, y el tubo exterior conduce el refrigerante caliente en el sentido opuesto. Este condensador también se conoce como *condensador a contraflujo.* Ahora, ¿se comprende esto? (Consulte la Figura 4-7.)

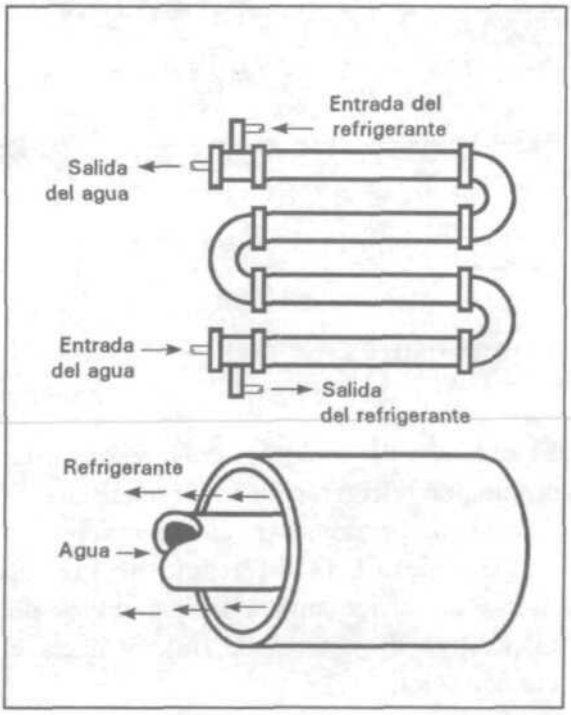


Figura 4-7. Condensador del tipo de tubo dentro de un tubo.

Condensador de envolvente y tubos. En este método, el refrigerante vaporizado, caliente, fluye hacia la parte superior de una envolvente. Allí entra en contacto con los tubos de agua fría, por lo que el refrigerante se enfría y regresa al estado líquido.

Condensador evaporativo. Este condensador también usa agua para enfriar el refrigerante. El agua se rocía o se derrama sobre el condensador. El refrigerante se enfría y regresa al estado líquido.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja Je la lista Je la derecha el término que ***corresponda*** *a cada una Je las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la Ietra que identifica el término elegido.*

1. Produce un cambio de estado en una sustancia sin modificar la temperatura. _____
2. Modifica la temperatura de una sustancia sin que ésta cambie de un estado a otro. _____
3. El número de Btu que se necesitan para aumentar en un grado Fahrenheit la temperatura de una libra (454 gramos) de agua. _____
4. Aumenta la presión del vapor refrigerante. _____
5. Extrae el calor del refrigerante comprimido. _____

a. calor sensible
b. calor específico
c. condensador
d. calor latente
e. compresor

Respuestas

1. d 2. a 3. b 4. e 5. c

Compresores

El objetivo de cualquier *compresor* es un sistema de refrigeración es producir una diferencia de presión entre el evaporador y el condensador. Esta diferencia de presión fuerza al refrigerante a fluir a través del dispositivo de control de flujo y hacia el condensador.

Los compresores se clasifican en grupos, de acuerdo con la forma como comprimen el refrigerante.

Compresores recíprocos

Los *compresores recíprocos* constan de muchas partes. Las principales son: método de impulsión, cilindros, pistones, válvulas, bielas, cigüeñales, sellos para flechas y métodos de lubricación y enfriamiento.

Los compresores recíprocos se pueden fabricar en varios tamaños, desde una fracción de tonelada de refrigeración hasta 100 toneladas, o mas, de refrigeración. En su diseño se parecen mucho a los motores de

automóviles y se usan principalente, pero no únicamente, en los refrigeradores domésticos, en los congeladores y en los acondicionadores de aire.

Método de impulsión. En la mayoría de los casos, los compresores recíprocos se impulsan por medio de motores eléctricos. Estos pueden impulsar al compresor mediante bandas o en forma directa. Algunas veces, el motor se encuentra sellado en el mismo alojamiento que el compresor. En este caso, el compresor se conoce como hermético (o cerrado).

Si el alojamiento se cierra por medio de tornillos, en vez de soldadura, entonces el compresor se clasifica como semihermético. En otros casos, el motor no está en el mismo alojamiento que el compresor, por lo que recibe el nombre de compresor abierto o independiente.

El motor es la fuente de energía para el compresor. El movimiento de rotación, o giro, del motor se debe cambiar. Se debe convertir en un movimiento recíproco, o hacia atrás y hacia adelante, del compresor. Como verá, esta transformación se realiza por medio de un cigüeñal y una biela.

Cilindros. Existen varios diseños de cilindros. Un compresor puede tener de uno a dieciséis cilindros, y es importante saber que si un compresor tiene un cilindro, también tiene un pistón y un pasador de articulación. Si tiene dieciséis cilindros, tendrá dieciséis pistones y dieciséis pasadores de articulación. La cantidad de presión que produce un compresor depende del número de cilindros. Dieciséis cilindros producirán una presión mucho mayor que un cilindro. La Figura 4-8 ilustra las partes de un compresor recíproco semihermético.

Algunas veces, los cilindros se rayan o sufren melladuras profundas. Si sucede esto, se deben rectificar y asentar. Por *rectificación* se entiende que la superficie interior del cilindro donde se mueve el pistón hacia

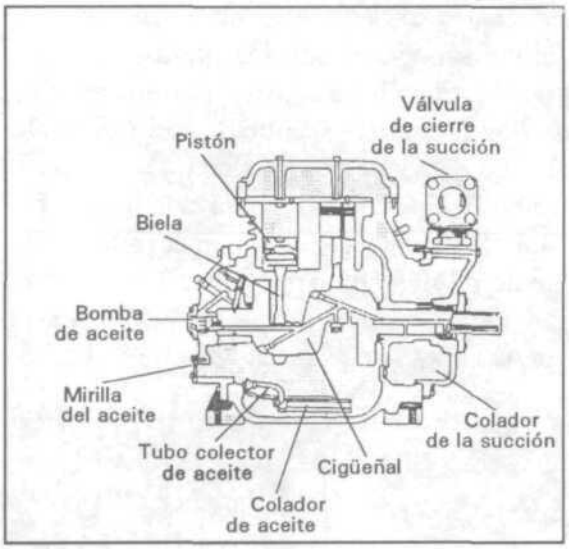


Figura 4-8. Partes de un compresor recíproco semihermético.

atrás y hacia adelante, se debe barrenar de nuevo a un diámetro mayor. El término *asentar* quiere decir que el cilindro se debe alisar y pulir a un tamaño exacto. Los cilindros rayados no trabajarán correctamente.

Pistones. Un pistón es un cilindro largo que está cerrado en la parte superior y abierto en la parte inferior. En algún punto a lo largo del centro de ese cilindro se monta un pasador de articulación. Este pasador permite que la biela mueva al pistón hacia atrás y hacia adelante. Otra palabra para indicar el movimiento hacia atrás y hacia adelante es *recíproco.* Por esto, un compresor que usa pistones se denomina compresor recíproco. El movimiento recíproco de los pistones primero produce una presión baja y abre la válvula de succión. Después, el movimiento recíproco genera una presión alta que comprime el refrigerante y abre la válvula de descarga.

A menudo, los pistones se construyen con hierro fundido de la mejor calidad. Como los cilindros, su diseño es preciso. Se deben maquinar y pulir. Deben formar un ajuste exacto con el cilindro. Casi siempre, los pistones están equipados con anillos, de

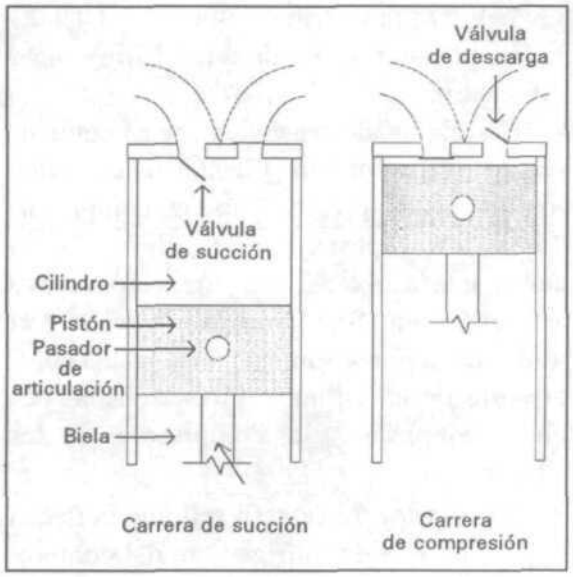


Figura 4-9. De esta manera trabaja el cilindro, el pistón y las válvulas para comprimir el gas refrigerante y hacerlo circular por el sistema.

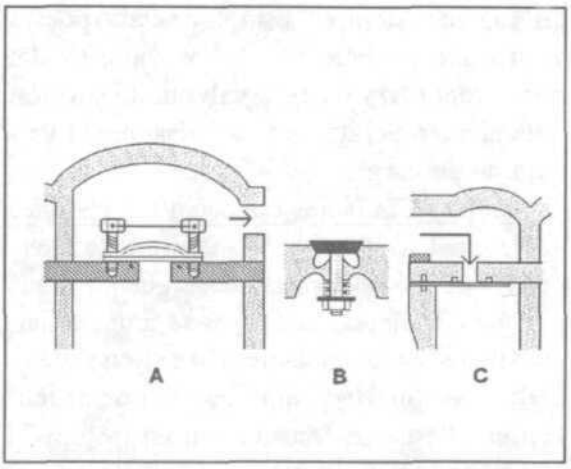


Figura 4-10. *(A)* Válvula de lengüeta, con cierre por resorte. *(B)* Válvula de disco, con cierre por resorte. *(C)* válvula de lengüeta, que trabaja con la presión.

movimiento del pistón. La *carrera de succión* del pistón hace bajar la presión en el cilindro. La válvula de succión se abre porque la presión en el exterior del cilindro es mayor que la presión dentro de éste. Cuando se abre la válvula de succión, el refrigerante fluye hacia el cilindro. Cuando el pistón inicia su carrera de retorno (la *carrera de compresión),* se cierra la válvula de succión. Esta válvula se cierra porque ha aumentado la presión en el interior del cilindro. Cuando el pistón completa su carrera de retorno, la presión en el cilindro es tan alta que obliga a la válvula de descarga a abrirse. En otras palabras, la presión dentro del cilindro es más alta que la presión del exterior del cilindro. Entonces, el vapor refrigerante comprimido fluye hacia afuera del compresor.

Existen tres diseños para las válvulas de los compresores. El diseño de *válvula de lengüeta, con cierre por resorte,* es muy común. El diseño de *válvula de disco* también se cierra por resorte y se usa con frecuencia en los compresores grandes. El diseño de *válvula de lengüeta, cerrada por presión,* aprovecha la diferencia de presión entre el interior y el exterior del compresor para abrir y cerrar la válvula. (Consulte la Figura 4-10.)

El ensamble de la válvula consta, casi siempre, de cuatro partes. Estas son:

- la válvula de succión,
- la válvula de descarga,
- una placa de válvula,
- los retenes de las válvulas.

Las placas de las válvulas están hechas de hierro fundido o de acero endurecido. Se prefiere el acero porque puede ser más delgado y se puede equipar con asientos de desgaste más largos para las válvulas. En la mayoría de los casos, las válvulas se construyen de acero de aleación con un alto contenido de carbono. Este acero está tratado térmicamente y se puede cargar a resorte y maquinar para obtener una superficie plana exacta. Un defecto de tan solo una o dos milésimas de milímetro producirá una fuga en la válvula.

La válvula de succión causa menos problemas que la válvula de descarga. Hay dos razones principales para esto: *(1)* la válvula

de succión siempre está lubricada por el aceite que se mueve con los vapores del refrigerante frío y (2) la válvula de succión trabaja a temperaturas más bajas que la válvula de descarga.

Bielas. Las bielas conectan los pistones al cigüeñal. Transmiten el movimiento alternativo de los muñones del cigüeñal a los pistones, haciendo que éstos se muevan hacia atrás y hacia adelante. Un extremo de la biela está conectado a un pasador de articulación, el cual se conecta con un pistón. El otro extremo de la biela se conecta con el cigüeñal.

Cigüeñales. El tipo más sencillo de cigüeñal es la manivela simple, que es una flecha con un muñón o brazo. Esta palanca también se conoce como integral de cigüeña, y está montada en ángulos rectos con la flecha. El extremo exterior de la palanca tiene un pasador, que conecta con el cojinete grande la biela. Por medio de la palanca, el cigüeñal convierte el movimiento de rotación del motor en el movimiento recíproco de los pistones. La Figura 4-11 muestra tres esquemas de cigüeñal para los compresores recíprocos.

Otras clases de compresores tendrán otros esquemas diferentes. En la Figura 4-114 hay dos muñones. En *B,* hay cuatro. En *C* hay ocho. Si hay cuatro muñones, ¿cuántas bielas, pistones y cilindros hay? Muy bien, hay cuatro.

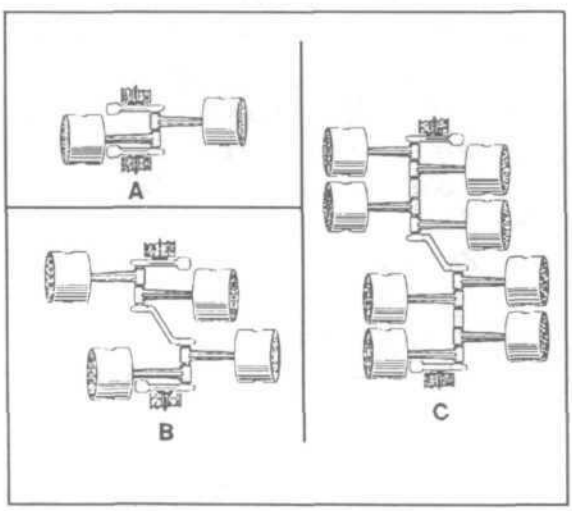


Figura 4-11. Cigüeñal típico y disposición de las bielas para un compresor recíproco.

Los cigüeñales casi siempre se construyen de acero forjado, y están maquinados con un ajuste preciso para el compresor. Poseen contrapesos para equilibrarlos, lo que ayuda a obtener una operación suave del compresor. Se reduce la vibración y el ruido. La cigüeña simple se usa.en los compresores de un cilindro, y las cigüeñas dobles se emplean en los compresores de dos cilindros.

Sellos para flechas. El sello de la flecha impide la fuga del refrigerante del compresor en el punto donde la flecha sale del alojamiento de dicha máquina. La flecha de un compresor hermético no tiene sello. ¿Por qué? Porque el motor está soldado dentro del mismo alojamiento que el compresor. Por lo tanto, el refrigerante no puede escapar hacia el aire exterior. Sin embargo, los compresores semiherméticos y abiertos poseen sellos en las flechas.

La flecha debe girar, pero no se debe dejar que escape el refrigerante. Tampoco se puede permitir la entrada del aire. Esto fue un gran problema en el inicio de la industria de la refrigeración, hasta que se desarrolló un sello del tipo de fuelle. Este sello emplea dos superficies de rozamiento. Una de ellas está sellada con la flecha por medio de un arosello, de material sintético, que gira con la flecha. La otra superficie está montada en el alojamiento con empaques herméticos, no se mueve.

Ahora, este sello forma parte de la mayoría de los compresores para refrigeración. El sello es suficientemente flexible para mantenerse en perfecto contacto con la flecha mientras ésta se mueve.

Métodos de lubricación y enfriamiento. Es importante mantener suficiente aceite en el cárter en todo momento, ya que el compresor siempre debe estar lubricado. El cilindro también se debe lubricar. La lubrica-

ción permite que el cilindro trabaje suavemente y, además, protege la superficie del cilindro contra rayaduras. En los compresores grandes se emplea la lubricación forzada, y en los compresores más pequeños se puede utilizar el método por salpicadura, pero no es bastante adecuada para las unidades modernas de refrigeración.

El método de *lubricación por salpicadura* es el más simple. El aceite del cárter se hace salpicar sobre las partes movibles del compresor con el movimiento del cigüeñal. El método de *lubricación forzada* se usa en casi todas las unidades modernas de refrigeración. En este sistema, el aceite se alimenta por medio de ranuras o con una bomba de aceite. En una de la lecciones de este curso aprenderá mucho más acerca de los aceites refrigerantes y los métodos de lubricación.

También es necesario enfriar los compresores. Al enfriar estas máquinas se extrae una parte del supercalor del gas refrigerante. Con esto se reduce la cantidad de trabajo que debe realizar el condensador. También se facilita el trabajo del compresor.

Se usan cuatro métodos para enfriar los compresores:

- aire,
- agua,
- refrigerante,
- aceite.

Generalmente, los compresores pequeños emplean el *enfriamiento por aire.* Por supuesto, se necesita suficiente aire. Se conocen dos sistemas para asegurarse de que haya bastante aire. Con frecuencia usted encontrará una superficie con aletas en el exterior de las paredes de los cilindros del compresor. No obstante, esto no siempre es suficiente, por lo que se utiliza un ventilador. Entonces, se dirige el flujo de aire del ventilador hacia el motor y el compresor.

Los compresores grandes se enfrían, casi siempre, con agua. Existen dos métodos de *enfriamiento por agua.* El compresor puede estar rodeado por una camisa de agua, o puede estar envuelto por un serpentín de cobre por donde circula el agua. Siempre que el compresor esté trabajando, el agua estará circulando por la camisa o el serpentín. El enfriamiento por agua es más eficaz que el enfriamiento con aire.

Algunas veces, se usa el mismo refrigerante para enfriar un compresor. En ese caso, el vapor refrigerante de la succión fluye alrededor y a través del motor para enfriarlo.

Los *enfriadores de aceite* se utilizan en los sistemas de refrigeración de baja temperatura. El refrigerante de aceite enfría el depósito de aceite del compresor.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1.	Dirige el flujo del refrigerante a través del compresor.	_____	a. biela
2.	Conecta el pistón al cigüeñal.	_____	b. sello para flecha
3.	Convierte el movimiento de rotación del motor en el movimiento recíproco de los pistones.	_____	c. válvula

4. Parte del compresor que impide, en algún punto, la salida del refrigerante del compresor. _____ d. forzada

5. Tipo de lubricación que se emplea en los compresores grandes. _____ e. cigüeñal

Respuestas

1. c 2. a 3. c 4. b 5. d

Clasificación. Los compresores recíprocos pueden ser herméticos, semiherméticos o abiertos. Estos términos se refieren al lugar en donde está colocado el motor que impulsa el compresor.

- motor y compresor hermético en un alojamiento sellado,
- motor y compresor semihermético en un alojamiento atornillado,
- motor y compresor abierto en alojamientos separados.

El *compresor hermético* está formado por tres partes: una transmisión directa, un motor y un compresor. Estas partes se encuentran dentro del mismo alojamiento soldado. (Consulte la Figura 4-12.)

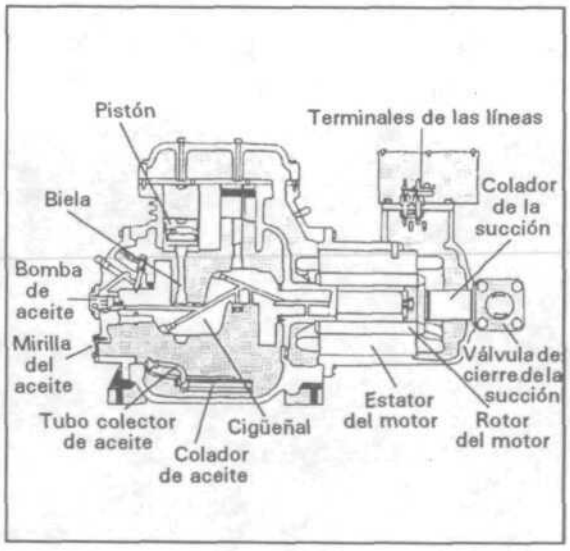


Figura 4-12. Ejemplo de un compresor recíproco hermético.

No es fácil desarmar este tipo de compresor para repararlo. Sin embargo, el compresor hermético no necesita un sello para flecha, por lo que es menos probable que haya una fuga con este sistema. Usted encontrará los compresores herméticos en los refrigeradores y congeladores de uso doméstico. También los verá en los acondicionadores de aire para ventanas y del tipo central.

En la Figura 4-8 ya vio un ejemplo de un compresor recíproco semihermético. El *compresor semihermético* consta de tres partes: un sistema de transmisión directa, un motor y un compresor. (En nuestro ejemplo no se muestra el motor.) Las partes están montadas con tornillos en el mismo alojamiento. La gran ventaja de este diseño es que el compresor semihermético se puede desmontar fácilmente para efectuar reparaciones.

Un *compresor abierto* también se denomina, algunas veces, *compresor independiente.* El compresor y el motor se encuentran en alojamientos separados. Se impulsa por medio de bandas y tiene un cigüeñal que sobresale del cárter.

Compresores rotatorios

Todos los compresores rotatorios para uso general son herméticos. Por lo tanto, esto significa que todos los compresores rotatorios están sellados dentro del mismo aloja-

miento que el motor que los impulsa. También quiere decir que todos los compresores rotatorios poseen sistemas de transmisión directa. La única excepción para este método es el acondicionador de aire para automóvil. A menudo este es del tipo rotatorio, pero no hermético. La mayoría de los acondicionadores de aire para automóvil tienen compresores rotatorios. En una lección posterior hablaremos más sobre el acondicionamiento de aire para los vehículos.

El *compresor rotatorio* desarrolla las mismas funciones que el compresor recíproco. Comprime el refrigerante. Esta compresión produce una diferencia de presión en el sistema de refrigeración. La diferencia de presión hace fluir el refrigerante de una parte del sistema a la otra. Ambos compresores difieren en que el compresor rotatorio emplea otra manera para comprimir el gas. (Consulte la Figura 4-13.)

Observe el rotor de la Figura 4-13. La flecha del rotor es el punto negro en el centro del rotor, y está colocada "excéntricamente" en la caja. Esto quiere decir que está desplazada del centro. El rotor gira a una velocidad muy alta. Los rotores tienen más de una placa. Al girar el rotor, las placas se desplazan hacia afuera y presionan contra la superficie interior de la caja. Como el rotor está desplazado del centro, los espacios entre las placas se hacen más grandes y después más pequeños. El refrigerante se introduce en los espacios desde el tubo de entrada, y pasa de un espacio más grande a espacios cada vez más pequeños. De este modo, se comprime y se impulsa para salir a presión por el tubo de descarga.

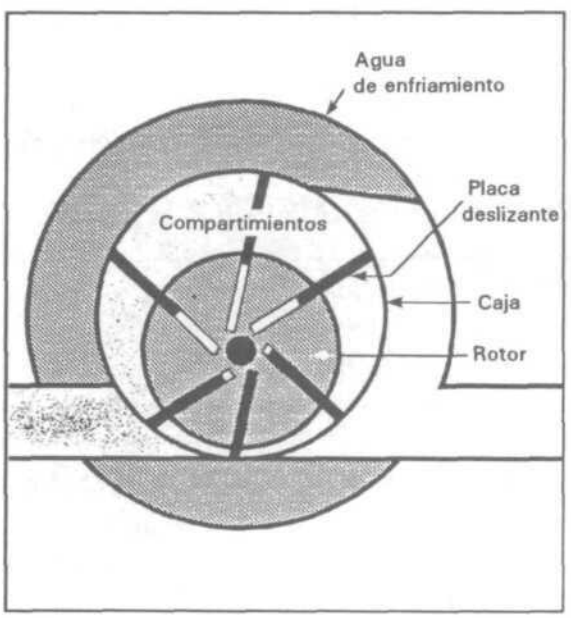


Figura 4-13. Funcionamiento de un compresor rotatorio.

Como puede ver, el movimiento de este compresor es rotatorio, en vez de recíproco. Por consiguiente, no vibra tanto. Es un compresor muy silencioso.

Compresores de tornillo

Este tipo de compresor es semejante al compresor rotatorio. Sin embargo, usa dos rotores, que poseen formas diferentes. Un rotor tiene cuatro lóbulos y se conoce como *rotor macho.* El otro tiene seis semicírculos rebajados y recibe el nombre de *rotor hembra.* Los lóbulos encastran con estos semicírculos. Trabaja exactamente como los engranes encastrados. Ambos rotores se encuentran en un alojamiento denominado cilindro.

El *compresor de tornillo* se impulsa por medio de un motor, que a su vez impulsa al rotor macho. Este rotor encastra con el rotor hembra y de este modo giran ambos rotores. Su movimiento de rotación es en sentidos opuestos. El rotor macho gira más rápidamente que el rotor hembra. El vapor refrigerante se introduce en el compresor a través de la válvula de succión, la cual está colocada en un extremo del compresor. El vapor refrigerante se comprime entre los rotores al girar éstos. Después, se impulsa el vapor refrigerante hacia afuera por el otro extremo del compresor, a través de la válvula de descarga. El compresor de tomillo también es muy silencioso. (Consulte la Figura 4-14.)

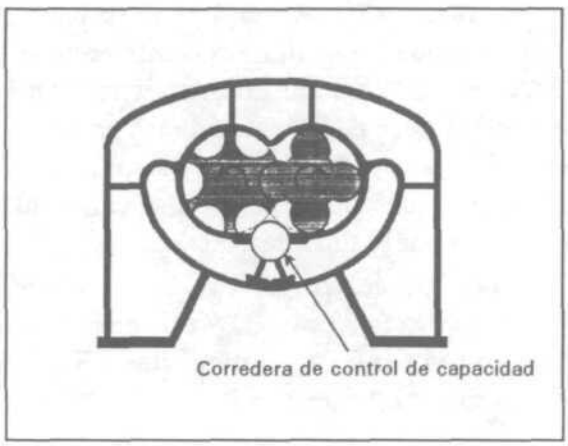


Figura 4-14. Compresor del tipo de tomillo.

Compresores centrífugos

Los *compresores centrífugos* se usan principalmente en sistemas de aire acondicionado para edificios muy grandes. En otras palabras, se encuentran en la industria, en las escuelas y en los edificios de oficinas de gran tamaño. En la mayoría de los casos, en los compresores centrífugos de gran tamaño se emplean turbinas de vapor para impulsarlos. Sin embargo, los de tamaño más pequeño se impulsan por medio de motores eléctricos. En este caso, el sistema emplea elevadores de velocidad del tipo de engranes. Los compresores centrífugos usan refrigerantes a baja presión. Tanto el evaporador como el condensador trabajan, casi siempre, a presiones abajo de la presión normal del aire (presión atmosférica). Los compresores centrífugos se usan en sistemas que varían de 100 a 2 500 toneladas de refrigeración.

El diseño del compresor centrífugo difiere de los de otros compresores, ya que es más simple. Se parece a una turbina de vapor. No posee válvulas, ni pistones, ni cilindros. Solamente se pueden gastar los cojinetes principales. También su operación difiere. El vapor refrigerante se alimenta dentro de un alojamiento cerca del centro del compresor. Allí, los "impelentes" giran rápidamente y fuerzan el vapor contra las paredes internas del compresor. Los *impelentes* son hojas redondas y están colocadas en serie (en una línea) para producir más presión. Los impelentes también bombean una cantidad más grande de vapor.

El compresor centrífugo se lubrica por medio de un ensamble de bomba de aceite que se impulsa separadamente. Esta bomba controla la temperatura del aceite para todos los cojinetes. Regula la presión del aceite para los mismos cojinetes. También produce la presión hidráulica para el sistema de control de flujo. La bomba de aceite funciona durante un tiempo fijo antes de que arranque el compresor. También, funcionará por un periodo determinado después de que se haya detenido el compresor. Este último no arrancará a menos que la temperatura y la presión del aceite se encuentren a los niveles correctos.

La Figura 4-15 muestra un compresor centrífugo y su sistema de lubricación. ¿Ve usted el depósito de aceite en el fondo de la caja de engranes? Allí es donde se colecta el aceite. Después se envía el aceite a través de una línea en donde se enfría. Desde allí, pasa por un filtro antes de llegar al compresor y al sistema de control de flujo. Finalmente, regresa a la bomba. En la bomba se separa cualquier cantidad de refrigerante que se halle en el aceite, mediante el separador.

Si existe una pérdida de potencia, entra en acción el sistema de lubricación de emergencia. Mantiene lubricado el compresor y el sistema de control hasta que el compresor se detiene.

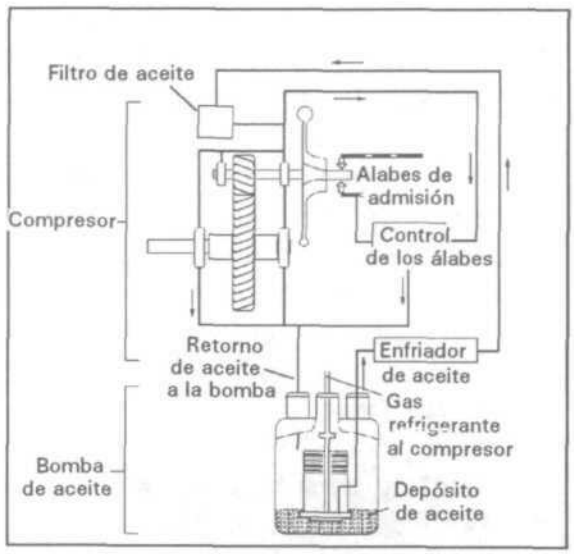


Figura 4-15. Compresor centrífugo y su sistema de lubricación.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Los compresores recíprocos pueden ser herméticos,_____o abiertos.
2. Los compresores rotatorios para uso general son_____.
3. Aunque usa dos rotores, el compresor de _____es parecido al compresor rotatorio.
4. Los compresores_____ se usan principalmente en sistemas de aire acondicionado para edificios muy grandes.
5. En su diseño, el compresor centrífugo se parece a una_____.

Respuestas

aodBA ap EUiqanj •§ soSnjuiuaD
•p oi[|uaor£ soDnauuau/j soDnauuaqimas • j

Evaporadores

El *evaporador* es la parte de un sistema de refrigeración donde se efectúa el enfriamiento de otras sustancias. Es un sistema de serpentines en la unidad enfriadora. El evaporador usa el calor latente de vaporización. Como usted sabe, el calor siempre se mueve de una sustancia más caliente a otra más fría. Por lo tanto, la temperatura del refrigerante líquido debe ser menor que la temperatura del aire circundante. El calor se mueve de este aire al metal de los serpentines del evaporador. Después, el calor se mueve de los serpentines del evaporador al interior del refrigerante. El refrigerante absorbe calor hasta que hierve y se transforma en gas. En otras palabras, en el evaporador el refrigerante líquido absorbe calor de otras sustancias y seconvierteen gas. Más tarde, se extrae el gas refrigerante del evaporador por la acción del compresor.

Por ejemplo, consideremos el refrigerador doméstico. Un sistema de refrigeración baja la temperatura del interior de un refrigerador doméstico al extraer el calor del interior del mismo. Esta parte del proceso tiene lugar en el evaporador, que es un tubo enrollado que se coloca en el compartimiento congelador del refrigerador. En el evaporador se encuentra un refrigerante líquido que está sometido a una presión baja. Como el calor siempre se mueve de una sustancia más caliente a otra más fría, el calor del interior del refrigerador se mueve por los serpentines y dentro del refrigerante. Este se calienta hasta su punto de ebullición y, después, toma más calor y se transforma en gas. Este proceso de vaporización baja la temperatura interior del refrigerador. Una vez que se ha evaporado el refrigerante, un pequeño compresor extrae el vapor, lo comprime y lo mueve hacia un condensador donde el vapor regresa a la forma líquida y, posteriormente, vuelve al evaporador. (En

la sección siguiente hablaremos más acerca de los condensadores.)

La temperatura dentro del refrigerador se controla mediante un termostato, que a su vez controla a un interruptor que conecta y desconecta el compresor según sea necesrio para mantener el interior del refrigerador a una temperatura constante.

Observe que los evaporadores difieren en dos aspectos. Se construyen de manera diferente y la forma en que se controla el refrigerante es distinta.

Métodos de control del refrigerante

El método de control que se use para un refrigerante determina la cantidad que se utilice del mismo en el evaporador. Sobre esta base, existen tres tipos de evaporadores para uso general:

- inundado,
- de expansión húmeda,
- de expansión seca.

El *evaporador inundado* trabaja aproximadamente con 75 por ciento (tres cuartas partes) del volumen total del refrigerante líquido. En la mayoría de los casos, un evaporador inundado necesita un intercambiador de calor, que hará más segura la succión del gas que deberá sobrecalentarse. Si se sobrecalienta el gas que se succiona, se asegura que se evapore todo el refrigerante antes de llegar al compresor. Si llega algo de refrigerante líquido al compresor, puede dañar las válvulas. La mayoría de los evaporadores inundados también usan separadores de aceite, que disminuyen la circulación de aceite a través del sistema.

Algunas veces, los evaporadores inundados cuentan con una cámara de separación en lugar de un intercambiador de calor. La cámara de separación también garantiza que no llegue refrigerante líquido al compresor. No sobrecalienta el refrigerante cuando sale del evaporador, sino que separa todo el refrigerante líquido del gas refrigerante. Esto tiene lugar en la cámara de separación. Después se regresa el líquido al evaporador, sin pasar primero por el compresor, porque si lo hiciera, la dañaría.

El *evaporador de expansión húmeda* es una sección larga de tubería. Suele llenarse con refrigerante hasta el 50 por ciento (a la mitad), aproximadamente. Los tubos de este tipo de evaporador tienen un diámetro grande. De este modo, el refrigerante fluye relativamente lento a través del sistema. El flujo lento permite usar una mayor parte del extremo trasero del evaporador en el proceso, que si se moviera el refrigerante a través del sistema con más rapidez. Algunas veces se emplea un intercambiador de calor para aumentar unos cuantos grados la temperatura del supercalor, lo que mejora la eficiencia de 10 a 20 por ciento, aproximadamente.

El *evaporador de expansión seca* también es una sección larga de tubería. El refrigerante líquido se controla en un extremo mediante un dispositivo de control de flujo. La línea de succión al compresor se conecta en el otro extremo. El evaporador de expansión seca se llena aproximadamente al 25 por ciento (a la cuarta parte) de su capacidad. El refrigerante se mueve por este sistema con mucha velocidad y es lanzado contra las paredes del tubo. Por lo tanto, se debe sobrecalentar el refrigerante de 15 a 20 °C de supercalor. Esta es la única manera de mantener el líquido refrigerante lejos de la línea de succión para el compresor.

Diseños de evaporador

Se conocen tres tipos de diseños de evaporador:

- evaporadores de anaqueles,
- evaporadores de envolvente,
- evaporadores de aletas.

Tenga cuidado de no confundir "anaquel" con "envolvente". En un *evaporador de anaqueles,* el refrigerante fluye a través de una serie de serpentines que tienen la forma de anaqueles. Los productos que se deben refrigerar se almacenan en los anaqueles. El refrigerante absorbe calor de estos productos. Y, al transformarse en gas, los mantiene fríos. El gas se colecta en el acumulador y regresa al compresor. Algunas veces se instala a presión una placa de metal en los serpentines, por lo que también se conoce como *evaporador de placas.*

Los serpentines están montados en las paredes del compartimiento congelador en el *evaporador de envolvente,* con lo que se obtiene una superficie más grande de enfriamiento. Un ejemplo de esto es el congelador de compartimientos, en el cual el refrigerante fluye por los serpentines. Entonces, absorbe suficiente calor del contenido del compartimiento para congelar y mantener los productos a una temperatura muy baja. Cuando el refrigerante absorbe el calor, se transforma en un gas. Los evaporadores de envolvente se usan en los refrigeradores y congeladores domésticos y en los congeladores comerciales. (Consulte la Figura 4-16.)

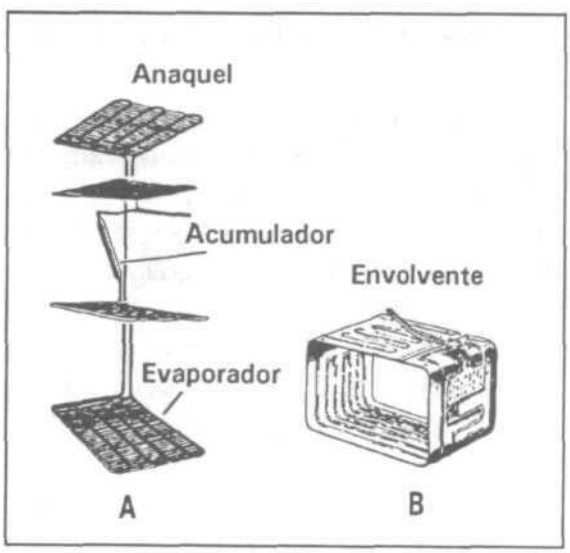


Figura 4-16. *(A)* Evaporador de anaqueles. *(B)* Evaporador de envolvente.

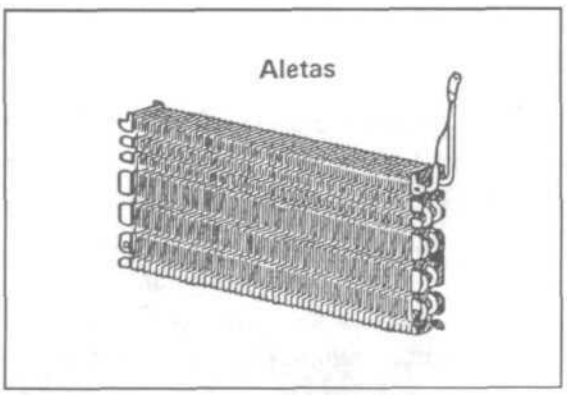


Figura 4-17. Evaporador de aletas.

Los evaporadores de anaqueles y de envolvente también se conocen como *evaporadores de superficie primaria.* Se usan casi para todas las temperaturas. Son muy adecuados para temperaturas de 1 °C (34 °F) o menores. Algunas veces, la capa congelada se hace tan gruesa que se reduce la velocidad del calor o del movimiento del aire. Esto quiere decir que es el momento de efectuar un trabajo de descongelación.

En los *evaporadores de aletas,* éstas se encuentran montadas en los serpentines. Lo mismo que para el tipo de anaqueles, esto proporciona una superificie grande de enfriamiento. En la mayoría de los casos, los evaporadores de aletas cuentan con un ventilador para recircular el aire. Al absorber calor los serpentines, se enfría el aire que se mueve alrededor de éstos y de las aletas. Los evaporadores de aletas se emplean en los refrigeradores domésticos y comerciales, en los congeladores y en los acondicionadores de aire. Son muy convenientes para temperaturas mayores que 1 °C (34 °F).

Las unidades provistas de aletas trabajan mejor cuando se descongelan como parte del ciclo de refrigeración. Esto lo harán durante la parte del ciclo en que la unidad condensadora no está trabajando. Las unidades cuyas aletas tienen una separación grande se emplean para temperaturas menores que 1°C. (Consulte la Figura 4-17.)

Condensadores

El *condensador* de un sistema de refrigeración transforma el gas refrigerante en un líquido. Después, el líquido regresa al sistema mediante los controles para repetir el ciclo. Para convertir el refrigerante en líquido, el condensador extrae calor del gas comprimido. Cuando el gas refrigerante entra en el condensador, contiene las siguientes clases de calor:

- el calor que recoge en el evaporador,
- el calor del enfriamiento del líquido del condensador a la temperatura de evaporación,
- el calor que toma en la línea de succión y en la cámara del cilindro,
- el calor de la compresión.

El condensador debe extraer todo este calor con el fin de devolver el gas a la forma líquida y enviarlo de nuevo a través del sistema.

Lo mismo que los evaporadores, los condensadores utilizan serpentines y aletas. El condensador recibe el gas refrigerante caliente del compresor. Después, el condensador extrae calor del refrigerante hasta devolverlo al estado líquido. Esto lo hace al transferir (mover) el calor interior hacia le aire exterior. Cuando el refrigerante caliente pasa por los serpentines del codensador, pierde su calor en el aire exterior más frío. Cuando pierde su calor, regresa al estado líquido; es decir, se condensa.

Los condensadores se pueden dividir en tres grupos, de acuerdo con su diseño:

- condensadores enfriados por aire,
- condensadores enfriados por agua,
- condensadores evaporativos.

Los condensadores enfriados por aire y enfriados por agua son de dos tipos cada uno. Los condensadores evaporativos usan el aire y el agua para realizar su trabajo.

Condensadores enfriados por aire.

Los *condensadores enfriados por aire* se utilizan en las unidades pequeñas de refrigeración. Rara vez se emplean para unidades mayores que tres toneladas de refrigeración. Los condensadores enfriados por aire se construven con tubos simples, tubos con aletas, placas y series de tubos. Estos condensadores siempre se deben instalar donde haya suficiente espacio para que el aire caliente se disipe y se sustituya por aire más frío.

Existen dos tipos de condensadores enfriados por aire. Uno de ellos es el *condensador de convección natural,* que mueve el calor hacia el aire exterior usando el flujo natural del aire. También se conoce como *condensador estático.* El otro es el *condensador de convección forzada,* que difiere del condensador de convección natural en un solo aspecto: usa un ventilador o soplador para ayudar a mover el calor hacia el aire exterior. También recibe el nombre de *condensador de aire forzado.*

Condensadores enfriados por agua

Estos condensadores se usan en los sistemas mayores, como los de tipo comercial. Con estos condensadores, la temperatura y presión de condensación dependen de la cantidad y temperatura del agua. Donde existe un buen suministro de agua a bajo costo, frecuentemente la mejor opción son los *condensadores enfriados por agua.* Esto se debe a que el condensador enfriado por agua funciona con una presión más baja. También posee un mejor control de presión. El agua, especialmente la subterránea, a menudo está mucho más fría que las temperaturas del aire durante el día.

Hay dos tipos de condensadores enfriados por agua: uno es el *condensador de tubo dentro de un tubo,* que tiene un tubo en el interior de otro tubo. Usted ya vio este tipo en la Figura 4-7. El tubo interior conduce el agua de enfriamiento en un sentido, y el tubo externo lleva el refrigerante caliente en al dirección opuesta. Esto establece un contraflujo, es decir, dos líquidos fluyendo en sentidos opuestos. Por esta razón, este condensador también se conoce como *condensador a contraflujo.*

El segundo tipo de condensador enfriado por agua recibe el nombre de *condensador de envolvente y tubos.* En la Figura 4-18 se ilustra el aspecto de este equipo.

En este método, el gas refrigerante caliente fluye hacia la parte superior de una envolvente. Allí entra en contacto con tubos de agua fría. Estos enfrían el refrigerante y lo devuelven al estado líquido.

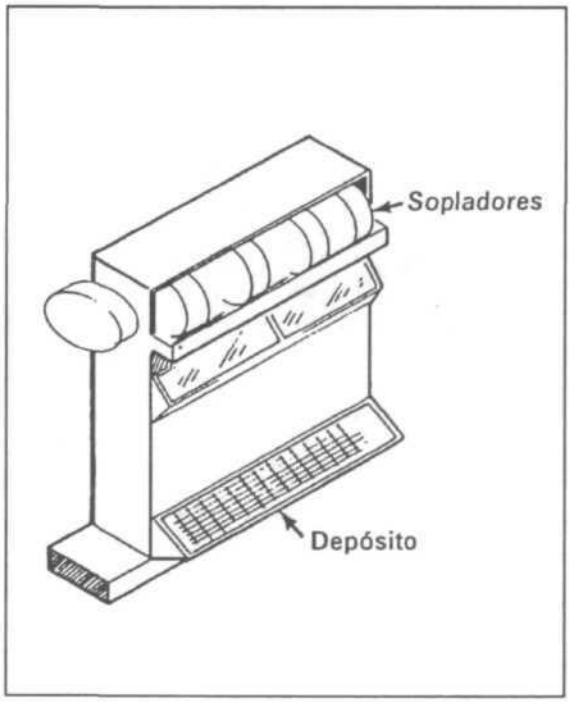


Figura 4-18. Condensador de envolvente y tubos.

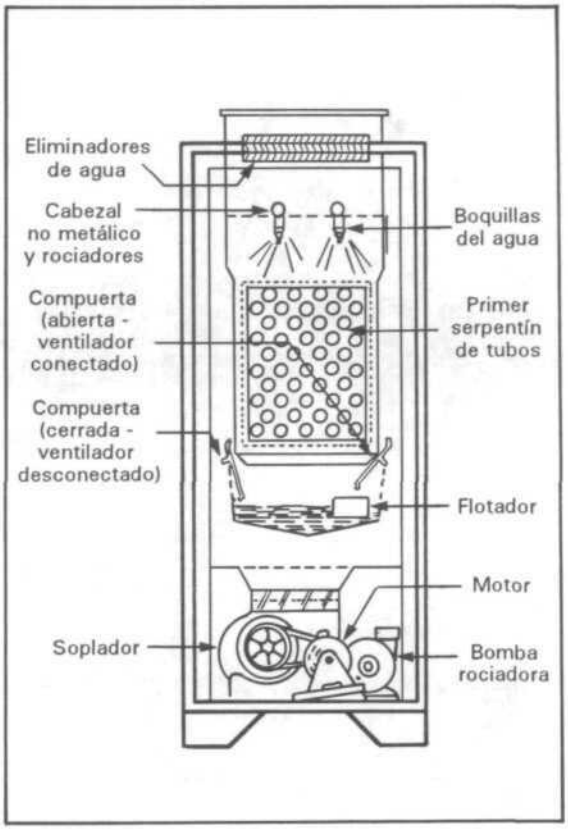
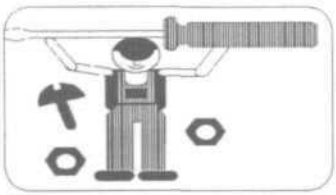


Figura 4-19. Condensador evaporativo.

Condensadores evaporativos

Los *condensadores evaporativos* usan agua y aire para enfriar el refrigerante. El agua se rocía o se derrama sobre el condensador. El calor se extrae mediante el aire. El agua ayuda a transferir (mover) el calor hacia el aire. El refrigerante se enfría y regresa al estado líquido. En la Figura 4-19 se ilustra cómo trabaja un condensador evaporativo.

Como usted puede ver, una bomba toma el agua del depósito de este líquido. Después, la bomba rocía el agua sobre el serpentín condensador a través de unas boquillas. Los ventiladores impulsan el aire a través de los serpentines y el rocío de agua. El aire se lleva el calor.



Tareas prácticas

Identificación de las partes de un sistema de refrigeración por compresión

Materiales que usted necesitará

- Un refrigerador doméstico

Información previa

El ciclo de refrigeración por compresión de vapor es el método más común de transferencia de energía calórica. Hay cuatro elementos principales en el ciclo de compresión: compresor, evaporador, condensador y aparato de control de flujo del refrigerante. Como usted estudió en la lección, el trabajo del ciclo de refrigeración es remover calor no deseado de un lugar y descargarlo en otro. Para alcanzar esto, el refrigerante es bombeado a través de un sistema completamente cerrado. Si el sistema no fuera cerrado, estaría usando refrigerante disipándolo en el aire; a causa de ser cerrado el mismo refrigerante se usa de nuevo, removiendo y descargando alguna cantidad de calor cada vez que realiza el ciclo.

Lo que usted deberá hacer

Identificar las partes que forman un ciclo de refrigeración por compresión hermética de un refrigerador doméstico.

Procedimiento

1. Voltee el refrigerador doméstico de manera que tenga usted acceso a la parte posterior.

2. Localice en la parte inferior una pieza en forma de concha, generalmente de color negro. Es el compresor.

3. Mire hacia el frente y localizará un dispositivo en forma de enrejado que cubre casi todo el respaldo del refrigerador. Es el condensador.

4. Ahora coloqúese frente al refrigerador, abra la puerta (si es de 2 puertas, una superior y otra inferior, abra la superior) y localice el lugar donde se fabrican los cubitos de hielo. Ese es el evaporador.

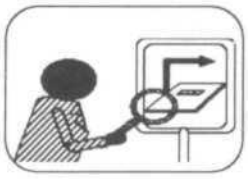
5. Regrese a la parte posterior del refrigerador, siga la tubería que sale del condensador y encontrará un dispositivo en forma de cápsula. Ese es el dispositivo de control de flujo de refrigerante.

6. Finalmente, intente usted dibujar un diagrama ubicando cada una de las partes del refrigerador que usted localizó. Ahora tiene el diagrama del ciclo de refrigeración.

Conclusiones

Ha tenido su primer contacto con el ciclo de refrigeración. Ya conoce físicamente un refrigerador doméstico. En su vida profesional tendrá seguramente mucho contacto con estos aparatos, así que es importante que los conozca bien.

REPÁSELO CUANTAS VECES SEA NECESARIO



...y **después, ¿qué sigue?**

Usted se verá en problemas si no sabe si está trabajando en un sistema de refrigeración por compresión o en un sistema de refrigeración por absorción. Por eso, en la siguiente lección usted aprenderá a distinguir ambos sistemas y sabrá en que forma funciona cada uno, así como sus ventajas y desventajas.

Examen

INSTRUCCIONES: Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un circulo la letra que identifique a la respuesta que usted considere correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso. Escoja una sola respuesta para cada pregunta. Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.

1. Los compresores que usan dos rotores son los

a. compresores recíprocos.
b. compresores rotatorios.
c. compresores de tornillo.
d. compresores centrífugos.

2. Los compresores recíprocos se impulsan por medio de

a. motores eléctricos.
b. turbinas de vapor.
c. motores de gasolina.
d. motores diesel.

3. Hay dos clases de válvulas para compresor. Una es la válvula de succión y la otra es la válvula de

a. retorno.
b. alimentación.
c. by-pass.
d. descarga.

4. Los cigüeñales de los compresores casi siempre se construyen de

a. bronce.
b. acero forjado.
c. hierro dulce.
d. cobre.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón, correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L404

5. El compresor hermético está formado por tres partes: una transmisión directa, un motor y un

a. condensador.
b. dispositivo de control de flujo.
c. compresor.
d. evaporador.

6. Para impulsar a los compresores centrífugos, a menudo se emplean

a. turbinas de vapor.
b. motores eléctricos.
c. motores de gasolina.
d. motores diesel.

7. El tipo de evaporador de expansión húmeda suele llenarse con refrigerante hasta el

a. 75%
b. 10%
c. 50%
d. 25%

8. Los evaporadores del tipo de aletas se emplean en los refrigeradores

a. de camiones.
b. industriales.
c. de automóviles.
d. domésticos y comerciales.

9. Según su diseño, los condensadores se pueden clasificar en tres grupos: enfriados por aire, enfriados por agua y

a. mixtos.
b. evaporativos.
c. por gas.
d. por aceite.

10. Los condensadores enfriados por agua se usan en sistemas mayores, como los de tipo

a. industrial.
b. doméstico.
c. comercial.
d. de automóvil.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

¿Cuál es la riqueza más segura?

Algunas personas tienen la idea de que la riqueza más segura es la que representan los bienes raíces, otras prefieren las acciones de fuertes empresas, algunas más las joyas, mientras que otras acumulan y guardan monedas de oro y plata.

Todas ellas están equivocadas. Un terremoto, un rayo, una inundación o un incendio, pueden destruir por completo los bienes raíces o hacerlos perder grandemente su valor.

También es bien sabido que las empresas más fuertes han quebrado de tiempo en tiempo, y que las joyas y monedas quedan al alcance del ladrón o salteador.

Hay riqueza, sin embargo, que está por encima de todo. Una riqueza que no puede perderse y que podemos llevar con nosotros a todas partes, exenta de contribuciones y gravámenes; esa riqueza es la del SABER.

El hombre que sabe, puede convertir sus conocimientos en dinero, bienes raíces, acciones o joyas. El hombre que sabe lleva en su cerebro una riqueza incalculable. ¿Sea usted rico!

Ralph Hemphill

los cuales existen dos clases. El anillo o anillos superiores son los *anillos de compresión*. El anillo o anillos inferiores son los *anillos de aceite*. El anillo de aceite controla el flujo de aceite por el pistón. Por lo tanto, los anillos del pistón tienen dos funciones. Una consiste en asegurar que el pistón reciba la lubricación apropiada. La segunda función es garantizar que el pistón ajuste apretadamente en las paredes del cilindro. Los pistones más pequeños cuentan con ranuras para el aceite en lugar de anillos.

El pistón está diseñado para llegar lo más cerca posible a la cabeza del cilindro, sin tocarla. Esta acción comprime el vapor refrigerante en el lado de alta presión. Al mismo tiempo que se comprime el vapor refrigerante, aumenta su temperatura. (¿Recuerda nuestra explicación acerca de la presión del aire?)

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V si considera verdadera la afirmación, o la letra F si la considera falsa.

1.	En un sistema de refrigeración, el compresor produce una diferencia de presión entre el evaporador y el condensador.	F	V
2.	Los compresores recíprocos se fabrican en un solo tamaño.	F	V
3.	Si un compresor recíproco tiene ocho cilindros, tendrá ocho pistones y ocho pasadores de articulación.	F	V
4.	Un pistón es un cilindro largo que está abierto por la parte superior y por la parte inferior.	F	V
5.	Los pistones se construyen con el mejor hierro fundido.	F	V

Respuestas

1. V 2. F (Los compresores recíprocos se pueden fabricar en varios tamaños.) 3. V 4. F (Está cerrado en la parte superior y abierto en la parte inferior.) 5. V

Válvulas. Las válvulas dirigen el flujo del refrigerante a través del compresor. Hay dos clases de válvulas para compresor. Una es la *válvula de succión* (o de admisión), y la otra es la *válvula de descarga* (o de escape). Como puede ver, estas válvulas reciben su nombre por las funciones que desempeñan. La válvula de succión deja pasar el refrigerante al interior del compresor. La válvula de descarga permite la salida del refrigerante del compresor. Algunas veces, ambas válvulas se instalan en la cabeza del compresor. En otras ocasiones, la válvula de succión se encuentra en la parte superior del pistón y la de descarga se halla en la cabeza del compresor. En la Figura 4-9, las válvulas están colocadas en la cabeza del compresor.

Las válvulas están cargadas a resorte. Reaccionan a la presión producida por el

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V si considera verdadera la afirmación, o la letra F si la considera falsa.

1.	Los tres tipos de evaporadores para uso general son: inundado, de expansión húmeda y de expansión seca.	F	V
2.	Se conocen tres diseños de evaporador: de anaqueles, de envolvente y de aletas.	F	V
3.	Los evaporadores de anaqueles y de envolvente también se conocen como evaporadores de superficie secundaria.	F	V
4.	El condensador de un sistema de refrigeración transforma el líquido refrigerante en un gas.	F	V
5.	Los condensadores enfriados por agua se usan en los sistemas mayores, como los de tipo comercial.	F	V

Respuestas

1. V 2. V 3. F (Los evaporadores de anaqueles y de envolvente se conocen como *evaporadores de superficie primaria.*) 4. F (El condensador de un sistema de refrigeración transforma el gas refrigerante en un líquido.) 5. V

Resumen

En esta lección usted ha conocido los diversos equipos que se utilizan en los sistemas de refrigeración, como los compresores, los evaporadores y los condensadores. También ha aprendido **cómo** funcionan. Algunos de los conceptos que aprendió le ayudarán en ciertas formas que al principio no notará. Puede recurrir a estos conocimientos como información de apoyo. Aunque rara vez pueda usar los conceptos de apoyo en el trabajo, le darán a usted un amplio conocimiento del campo de la refrigeración y aire acondicionado. Le ayudarán a llegar a ser un mejor técnico.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V si considera verdadera la afirmación, o la letra F si la considera falsa.

1.	El frío no es una forma de energía, sino que es un estado donde falta calor.	F	V
2.	La atmósfera ejerce una presión hacia arriba sobre la tierra.	F	V
3.	Una Btu es la cantidad de calor que se necesita para elevar en un grado Fahrenheit la temperatura de una libra (454 gramos) de agua.	F	V

Respuestas

1. V 2. F (La capa de aire que se encuentra alrededor de la tierra, llamada atmósfera, ejerce una presión hacia abajo sobre la tierra.) 3. V

CALORIA *(calorie)*

En algunos países se utiliza el término caloría para referirse a la cantidad de calor que se necesita agregar o retirar de un cuerpo para elevar o reducir su temperatura.

Una *caloría* es la cantidad de calor necesaria para elevar en un grado Celsius la temperatura de un gramo de agua. Sin embargo, como esta unidad es muy pequeña, en la práctica suele utilizarse la *kilocaloría*, que equivale a 1 000 calorías.

Asimismo, una kilocaloría (que se abrevia como Kcal) es equivalente a 3.974 Btu.

CALOR LATENTE *(latent heat)*

El término latente significa escondido. La cantidad de calor que se aplica o se extrae de una sustancia para producir un cambio de estado sin causar la modificación de la temperatura es el *calor latente*. En otras palabras, el calor agregado a cierto punto al agua, no cambia su temperatura. En vez de esto, modifica el estado verdadero del agua. Lo cambia de líquido a gas: es decir, en vapor. En otro punto determinado, el calor tomado del agua no cambia la temperatura de ella. Por el contrario, cambia el estado del agua de líquido a sólido: en hielo. Observe que siempre que una sustancia cambia su estado material, está implicado el calor latente. El calor parece estar "escondido" porque se puede medir con un termómetro.

Cuando una sustancia cambia del estado sólido al líquido, o del líquido al sólido, interviene el calor latente. En este caso, se conoce como *calor latente de fusión*. Todos los sólidos y los líquidos tienen un valor de calor latente. Se necesita cierto número de grados de calor para transformar los sólidos y líquidos en otros estados.

Cuando la materia cambia de líquido a vapor, o de vapor a líquido, está implicado el calor latente, que en este caso se denomina *calor latente de vaporización*. Este es el calor latente que usted necesita conocer. Cuando se transforma una libra (454 g) de agua a 212 grados Fahrenheit (100 °C) en vapor a 212 grados Fahrenheit (al nivel del mar), se usan 970 Btu. (Consulte la Figura 4-4.)

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. Dispositivos de control de flujo....4
3. Líneas de refrigerante....9
4. Estado del refrigerante....12
5. Partes que componen un sistema básico de refrigeración....13
6. Sistema de refrigeración por absorción....14
7. Ciclo de refrigeración del sistema de compresión....17
8. Resumen....19
9. Tareas prácticas....19
10. Examen..., ...23

Sistemas de refrigeración
(Segunda parte)

L405 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Dispositivos de control de flujo, 4
- Tubo capilar, 5
- Válvula termostática de expansión (VTE), 6
- Válvula automática de expansión (VAE), 7
- Válvula termoeléctrica de expansión (VTEE), 7

Líneas de refrigerante, 9
- Líneas de líquido, **10**
- Líneas de succión, **10**
- Líneas de descarga, 11

Estado del refrigerante, **12**

Partes que componen un sistema básico de refrigeración, **13**

Sistema de refrigeración por absorción, **14**
- Partes básicas, **15**
- Ciclo de refrigeración por absorción, **16**

Ciclo de refrigeración del sistema de compresión, **17**

Resumen, **19**

Tareas Prácticas:
- Clasificación comparativa de los dispositivos de control empleados en un sistema de refrigeración, **19**

Examen, 23

Introducción

En la lección anterior hicimos un análisis de los elementos que conforman un sistema de refrigeración, como los compresores, los evaporadores y los condensadores. Ahora, explicaremos cuáles son los dispositivos de control de flujo refrigerante cómo trabajan. Describiremos las líneas de refrigerante. Sabrá cómo cambia el refrigerante del estado líquido al gaseoso y, después, cómo cambia para transformarse de nuevo en un líquido al fluir a través del sistema.

Cuando usted haya terminado esta lección, podrá diferenciar los dos sistemas de refrigeración que se conocen: el de *compresión* y el de *absorción.* En pocas palabras, conocerá las partes de un sistema básico de refrigeración. Conocerá los pasos del ciclo básico de refrigeración.

Esta lección le enseña los fundamentos de la refrigeración que le servirán de base para convertirse en un técnico de servicio en aire acondicionado y refrigeración. Es importante tener presente que la mejor manera de aprender algo nuevo es comenzar con las bases.

Por ejemplo, un automóvil es un sistema. Si usted está estudiando el funcionamiento de los automóviles, debe conocer los motores, los carburadores y los radiadores. Necesita saber cómo trabaja cada uno de estos componentes por separado y cómo trabajan juntos para hacer funcionar un automóvil. Lo mismo se aplica a los sistemas de refrigeración. Usted necesita conocer las partes que lo componen y qué función desarrolla cada una de ellas. Necesita saber cómo lo hacen y cómo funcionan juntas para realizar el trabajo de refrigeración. Esto es lo que aprenderá en esta lección. En otras lecciones le daremos más detalles acerca de los sistemas de refrigeración. Por ejemplo, le enseñaremos cómo instalar un sistema de refrigeración y cómo darle mantenimiento.

Al continuar con su estudio de los sistemas de refrigeración, puede encontrar palabras que no conozca muy bien, por lo que, como en el caso de la lección anterior, le daremos algunas definiciones y descripciones básicas.

Definiciones y descripciones

Dispositivos de control de flujo

Los dispositivos de control de flujo regulan el flujo del refrigerante líquido en un evaporador. Dividen el lado de alta presión de un sitema del lado de baja presión del mismo. Por lo tanto, ¿en dónde se encuentran? Bien, el refrigerante regresa a la forma líquida en el condensador. Aquí, se aplica presión y calor al refrigerante. Entonces, el condensador y el comprensor constituyen el lado de alta presión del sistema. En el evaporador, el refrigerante absorbe más calor y se transforma en vapor, Este es el lado de baja presión. Por' consiguiente, los dispositivos de control de flujo se encuentran entre el conjunto de condensador y compresor y el evaporador.

Una vez más, existen muchas clases de dispositivos de control de flujo. Estas son algunas definiciones de medición o de control de flujo. Más adelante explicaremos cada clase de estos dispositivos con más detalle.

TUBO CAPILAR *(capillary tube).* Este dispositivo de control de flujo es un tubo cuyo interior es muy pequeño. Sin embargo, por muy grueso que pueda parecer el tubo en su exterior, la perforación a lo largo del interior es muy pequeña. La figura 5-1 muestra lo que significa esto.

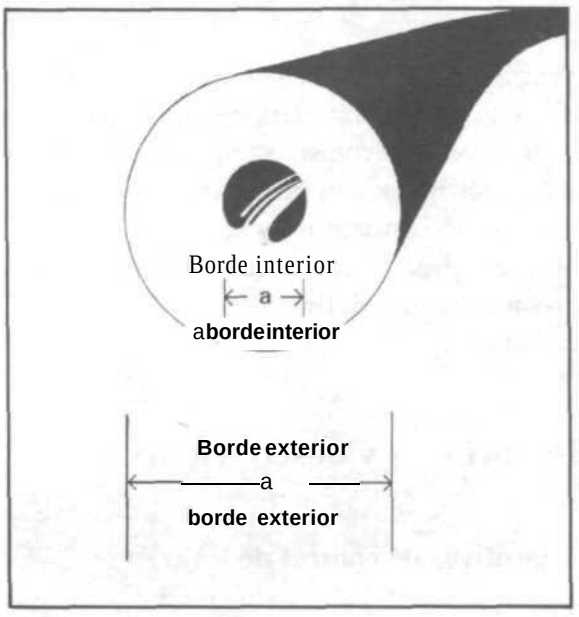


Figura 5-1. Tubo capilar.

En un acondicionador de aire para una habitación, controla el flujo del refrigerante líquido del condensador al evaporador. En un acondicionador de aire para automóvil, el tubo capilar conecta el bulbo remoto con la válvula de expansión. En una de las lecciones de este curso le daremos los detalles acerca del enfriamiento para un automóvil.

VÁLVULA TERMOSTATICA DE EXPANSIÓN *(thermostatic expansión valve).* El VTEesel dispositivo de control de flujo que más se usa. Trabaja mediante la temperatura y la presión. Una abertura en la válvula mide el flujo de refrigerante hacia el evaporador. La velocidad de flujo se controla por medio de una aguja y un bulbo. El bulbo controla la aguja. La aguja controla el grado de apertura y cierre de la válvula. En esta misma lección hablaremos más acerca de este dispositivo.

VÁLVULA AUTOMÁTICA DE EXPANSIÓN *(automatic expansión valve).* El VAE controla el flujo del refrigerante de la línea del líquido al evaporador. Está ajustado para mantener una presión constante en el evaporador y trabaja por presión.

VÁLVULA TERMOELÉCTRICA DE *E\P\NS\ON(Thermoelecfric expansión valve).* The VTEE es el primer cambio de diseño de la válvula de expansión que ha ocurrido en 30 años. Consta de dos partes. Una de las partes es una válvula. La otra es un sensor eléctrico. El sensor siente el calor. Por efectos del calor, un voltaje eléctrico aumenta y disminuye. Cuando aumenta el voltaje, la abertura de la válvula es más grande. Esto aumenta el flujo de refrigerante. Cuando desciende el voltaje, la abertura de la válvula se reduce. Con esto disminuye el flujo de refrigerante.

Estas son algunas definiciones y descripciones básicas de términos relacionados con los sistemas de refrigeración. Asegúrese de aprender estos términos. Sin ellos, no tendrá éxito en el campo de la refrigeración y el acondicionamiento de aire. Después que haya terminado esta lección, repase nuevamente estos términos. Se sorprenderá de lo mucho que estarán más claros para usted en ese momento. Use esta lista para refrescar su memoria siempre que lo necesite.

Dispositivos de control de flujo

Los *dispositivos de control de flujo* se emplean para controlar el flujo del refrigerante líquido al entrar en el evaporador. Dividen el lado de alta presión del sistema del lado de baja presión del mismo. Por lo tanto, los dispositivos de control de flujo se colocan entre el condensador y el evaporador. Los dispositivos modernos de control de flujo trabajan por temperatura, presión, electricidad o una combinación de estos factores.

Esta es una descripción básica del propósito de todos los dispositivos de control de flujo: el compresor recibe y comprime el gas refrigerante. Después, el compresor lo envía al condensador. En el condensador, el gas refrigerante regresa a la forma líquida. Sin un dispositivo de control de flujo, el

refrigerante líquido fluiría hacia el evaporador a la misma velocidad con que se bombea dentro del condensador para condensarse. Ningún evaporador puede funcionar al mismo paso que el comprensor y el condensador. Si no se controla el flujo, el sistema no trabajará bien. Tampoco trabajará durante mucho tiempo. Muy pronto las válvulas del condensador o los cojinetes, o ambos componentes, se destruirían por la acción del refrigerante líquido.

Por lo tanto, usted puede apreciar que el propósito del dispositivo de control de flujo tiene dos aspectos: ayuda al sistema a trabajar en su mejor condición y a hacerlo a una velocidad menos costosa. Para trabajar en su condición óptima, el condensador debe transferir la mayor parte del calor del material más caliente al material más frío. Para hacer esto, el evaporador debe conducir la cantidad correcta de refrigerante. Si lleva un exceso o demasiado poco, el evaporador no trabajará en su mayor condición. Si no se transforma todo el refrigerante del evaporador a la forma gaseosa, puede regresar refrigerante líquido al compresor. Si sucede esto, se dañarán las válvulas, los cojinetes o ambos componentes. Esto se conoce como ineficiencia del compresor. La situación es muy costosa y se debe evitar.

Como técnico en refrigeración y aire acondicionado, parte de su trabajo consistirá en ajustar los dispositivos de control de flujo. Deberá ajustarlos para que desarrollen su óptimo funcionamiento y de la manera más económica. En otras palabras, los ajustará para que usen todo el refrigerante que pueda utilizar el evaporador. Se deben ajustar de manera que no regrese refrigerante líquido al compresor. Para hacer esto, usted debe saber cómo trabaja cada dispositivo de control de flujo. En esta lección le explicaremos los fundamentos de cada uno de ellos. En lecciones posteriores de este curso entraremos en detalles adicionales.

Tubo capilar

El *tubo capilar* es el más sencillo de todos los dispositivos de control de flujo. Es un tubo cuyo interior es muy pequeño. Aunque puede parecer grueso por el exterior, la perforación a lo largo de su interior es muy pequeña. El refrigerante fluye por el tubo capilar desde el condensador hacia el evaporador. En la Figura 5-1 ilustramos un tubo capilar.

El tubo capilar sólo se puede usar en sistemas que poseen un gabinete, como un acondicionador de aire para ventana. Además, el gabinete debe poseer su propio condensador. En otras palabras, no se puede usar un tubo capilar en una unidad que enfríe a más de una temperatura. No se puede emplear en una unidad que tenga más de un gabinete, o espacio que enfriar. Solamente se utiliza en los sistemas inundados. Cuando expliquemos los evaporadores aprenderá qué es un *sistema inundado.* Es un sistema cuyo 75 por ciento de su volumen, aproximadamente, está ocupado por el refrigerante.

El tubo capilar no es una válvula, por dos razones. Una de ellas es que no se puede ajustar. La segunda, es que no se puede controlar por medio de otro control. El diámetro interior del tubo es lo que controla la cantidad de refrigerante que fluye a través de dicho dispositivo. Por lo tanto, el tamaño del tubo capilar debe ir de acuerdo con el sistema. En otras palabras, únicamente debe permitir el paso de la calidad correcta de refrigerante por su interior. Otra forma de decir esto es que el refrigerante fluye a través del tubo capilar a una velocidad predeterminada. Esta velocidad se controla mediante el tamaño del sistema y el tipo de refrigerante.

¿Cómo hace este trabajo el tubo capilar? Usted aprendió que los dispositivos de control de flujo usan la temperatura, la presión, la electricidad o una combinación de estos

factores para controlar el flujo de refrigerante que va del condensador al evaporador. El tubo capilar emplea la presión. Cuando el compresor está funcionando, el pequeño diámetro interior del tubo capilar impide flujo de refrigerante líquido. Con esto se desarrolla presión en el condensador. También permite que el refrigerante líquido fluya lentamente hacia el evaporador. Cuando el compresor está desconectado, el tubo capilar permite que se equilibren las presiones entre los lados de alta y de baja presión. De este modo, no fluirá más refrigerante hacia el evaporador. En la Figura 5-2 se ilustra un sistema controlado por medio de un tubo capilar.

¿Por qué se conecta y se desconecta el compresor? Hay un elemento térmico conectado al tubo del evaporador. Cuando este elemento se ha enfriado a la temperatura correcta, le ordena al dispositivo de control del motor que lo desconecte. Con esto se para el compresor. Cuando el elemento se ha calentado a la temperatura necesaria, le pide al dispositivo de control que conecte el motor. Con esto arranca el comprensor.

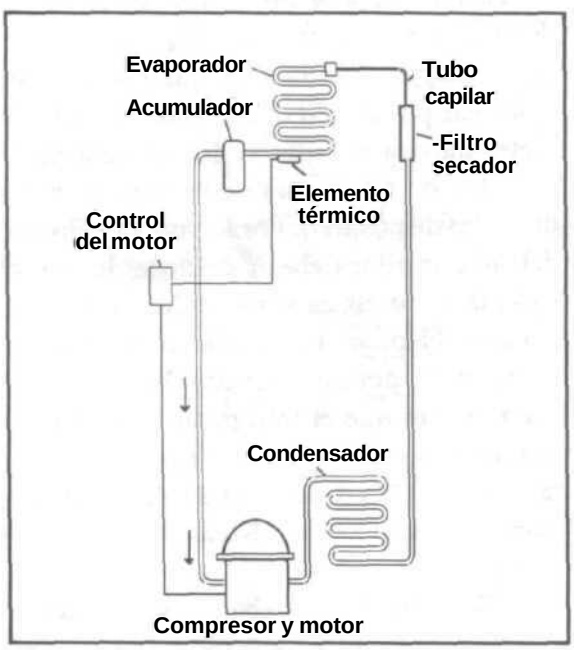


Figura 5-2. Sistema de refrigeración que usa un tubo capilar como dispositivo de control de flujo.

Válvula termostática de expansión (VTE)

Este es el dispositivo de control de flujo que más se utiliza. Trabaja con la temperatura y la presión. Una abertura en la válvula controla el flujo del refrigerante hacia el evaporador. Una aguja y un bulbo controlan la velocidad del flujo. El bulbo siempre contiene líquido. Esta es la parte que está controlada. Cuando la temperatura del líquido del bulbo es más alta que la del refrigerante del evaporador, la aguja abrirá la válvula. El grado en que la aguja abre la válvula depende de la temperatura del evaporador. Cuanto más caliente esté el evaporador, mayor será la abertura de la válvula. Esto permite que el refrigerante fluya más rápidamente hacia el evaporador. Acelera el proceso de enfriamiento. Cuando se enfría el evaporador, el líquido del bulbo lo siente y hace que la aguja cierre la válvula.

Ahora, ¿puede usted imaginar por qué trabaja de este modo? ¿Qué significa que la temperatura del evaporador sea muy alta? Es cierto, quiere decir que la mayor parte del refrigerante líquido se ha transformado en gas. ¿Qué significa que la temperatura del evaporador sea baja? Esto quiere decir que la mayor parte del refrigerante todavía está en forma de líquido. Si pasa demasiado refigerante al evaporador, ¿qué puede suceder? Es correcto, el refrigerante líquido puede penetrar al compresor y dañarlo.

Cuando el evaporador se enfría a la temperatura correcta, el control desconectará el motor que impulsa al compresor. Después, la aguja de la válvula termostática de expansión (VTE) cerrará la válvula por completo. No permitirá que entre más refrigerante al evaporador hasta que el compresor extraiga más gas del evaporador. El compresor no arrancará hasta que se conecte el motor. Este no funcionará hasta que se caliente su control a la temperatura correcta.

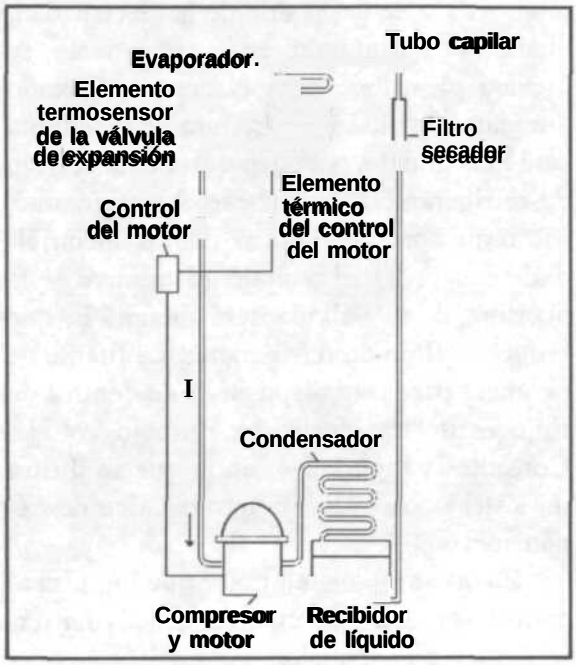


Figura 5-3. Sistema de refirgeración que usa una válvula termostática de expansión como dispositivo de control de flujo.

El elemento térmico del control del motor se coloca sobre el serpentín del evaporador. En la figura 5-3 se ilustra un sistema que usa una VTE.

La VTE se usa en los refrigeradores comerciales grandes. También se utiliza en muchos sistemas de acondicionamiento de aire.

Válvula automática de expansión (VAE)

Este dispositivo de control de flujo trabaja por presión. ¿Cuál es el otro dispositivo de control de flujo que trabaja solamente por presión? Tiene razón, es el tubo capilar. Como todos los dispositivos de control de flujo, la válvula automática de expansión (VAE) controla el flujo del refrigerante de la línea del líquido al evaporador. Esto lo hace manteniendo una presión constante en el evaporador. Este sistema se parece mucho a un sistema de válvula termostática de expansión. Sin embargo, se controla mediante la presión y no por el calor.

La válvula no permitirá que fluya el líquido refrigerante a través de ella a menos que se reduzca la presión en el evaporador por medio de la acción del compresor. ¿Cómo reduce el compresor la presión en el evaporador? Esto ocurre cuando el compresor succiona el refrigerante vaporizado. ¿Cómo sabe el compresor de este sistema cuándo parar y cuándo arrancar? Un dispositivo sensor de calor está montado en la cabeza o al principio de la línea de succión. Cuando el evaporador se ha enfriando a la temperatura correcta, este dispositivo desconecta el motor impulsor. Y, por consiguiente, se para el compresor. Cuando el evaporador se ha calentado a la temperatura apropiada, el mismo dispositivo conecta el motor impulsor y, con esto, arranca el compresor. Al ponerse en marcha el compresor, comienza a succionar gas del evaporador. Entonces, cambia la presión en el evaporador. La VAE siente este cambio y se abre para permitir el paso del refrigerante líquido.

Válvula termoeléctrica de expansión (VTEE)

La válvula termoeléctrica de expansión *(VTEE)* es el primer cambio en el diseño de la válvula de expansión que ha tenido lugar en 30 años. Este dispositivo consta de dos partes. Una de ellas es una válvula, la otra es un sensor eléctrico. Este sensor siente el calor por medio de termistores.

Un *termistor* es un semiconductor. Se usa para sentir la temperatura. Un *semiconductor* es un material sólido que puede conducir la electricidad y que también actúa como aislador. Un *aislador* es un material sólido que no puede conducir la electricidad, por lo tanto, un semiconductor es un sólido que no conduce la electricidad con la misma facilidad que un conductor. Tampoco la aisla tan bien como un aislador. En este tipo de válvula se usa un termistor por-

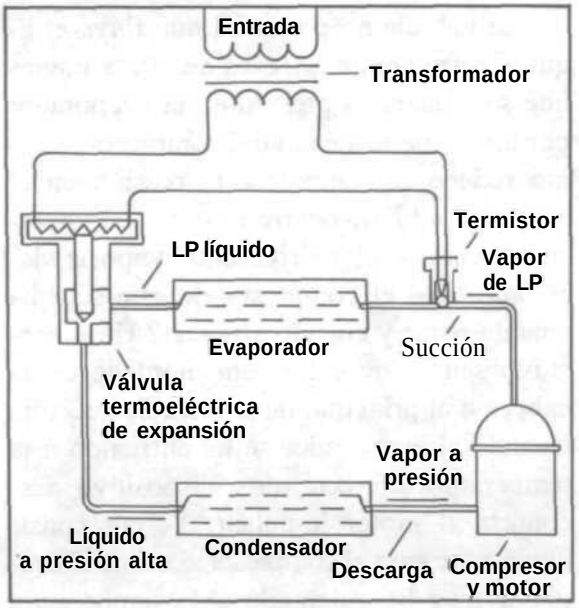


Figura 5-4. Sistema con válvula termoeléctrica de expansión.

que la eficiencia con que conduce la electricidad depende de la temperatura.

Los termistores se instalan en el sistema de refrigeración en la línea de succión, conectados con el sensor. Cuando el refrigerante está más caliente, los termistores conducirán más electricidad. Como el voltaje es una medida de la presión de la electricidad, cuando el refrigerante está más caliente, se elevará el voltaje para el sensor. Cuando aumenta el voltaje, la abertura de la válvula será más grande, por lo que aumenta el flujo de refrigerante. Al enfriarse el refrigerante, los termistores conducen menos electricidad al sensor. El voltaje disminuye y la abertura de la válvula será menor, lo que reduce el flujo de refrigerante. La fuente de potencia para este dispositivo de control de flujo es un transformador de bajo voltaje. Consulte la Figura 5-4, en la que se ilustra un sistema con válvula termostática de expansión.

En este sistema, el motor que impulsa al compresor está conectado a la válvula termostática de expansión.

Ahora usted ya conoce todas las partes básicas del sistema de refrigeración, excepto las líneas de refrigerante. Usted sabe que una de ellas se conoce como línea de succión. Pues bien, en la sección siguiente describiremos la línea de succión y todas las demás líneas del sistema, pero antes, haga el siguiente ejercicio.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V si considera verdadera la afirmación o la letra F si la considera falsa.

1. Los dispositivos de control de flujo regulan el flujo del refrigerante líquido al entrar en el evaporador. F V

2. El tubo capilar se puede usar en sistemas con un gabinete, como en el caso de un acondicionador de aire para ventana. F V

3. La válvula termostática de expansión se usa en los refrigeradores domésticos pequeños. F V

4. Los termistores se instalan en la línea de succión. F V

5. La fuente de potencia para los termistores es un motor eléctrico. F V

Respuestas

1. V 2. V 3. F (La válvula termostática de expansión se usa en los refrigeradores comerciales grandes.) 4. V 5. F (La fuente de potencia es un transformador de bajo voltaje.)

Líneas de refrigerante

Las partes de un sistema de refrigeración no están conectadas directamente una con la otra. Están unidas por medio de un sistema de tubería. Estos tubos reciben el nombre de *lineas de refrigerante*. Conducen el refrigerante tanto en su forma líquida como en el estado gaseoso, de una parte del sistema a otra. Evidentemente, estas líneas de refrigerante constituyen una parte vital del sistema.

En la mayoría de los casos, las líneas de refrigerante se construyen con tubos de cobre rígidos. Los reglamentos, en varios países, exigen este tipo de tubos. La tubería flexible de cobre solamente se puede usar en el extremo de la unidad de condensación de las líneas y en los accesorios. Sin embargo, el cobre duro es el mejor. Si puede, use el cobre duro.

En un sistema de refrigeración hay varias clases de líneas:

- líneas de líquido,
- líneas de succión,
- líneas de descarga.

En varias figuras de esta lección y de la lección anterior usted ya ha visto estas líneas. Todas deben ser del tamaño correcto para la cantidad de líquido o vapor que deban conducir. Deben poseer el diámetro correcto sin perder demasiada presión. Siempre existe una caída de presión en las líneas, lo que puede ser muy perjudicial en la línea del líquido entre el condensador, el recibidor de líquido y una válvula de expansión. El líquido se debe *subenfriar*. Esto significa que debe estar más frió que lo necesario para permanecer en forma de líquido. Si no se subenfría, la pérdida de presión en la línea de líquido puede evitar que la válvula de expansión realice su trabajo correctamente. En la Figura 5-5 se ilustra un sistema de refrigeración que usa una válvula de expansión y un condensador enfriado por aire.

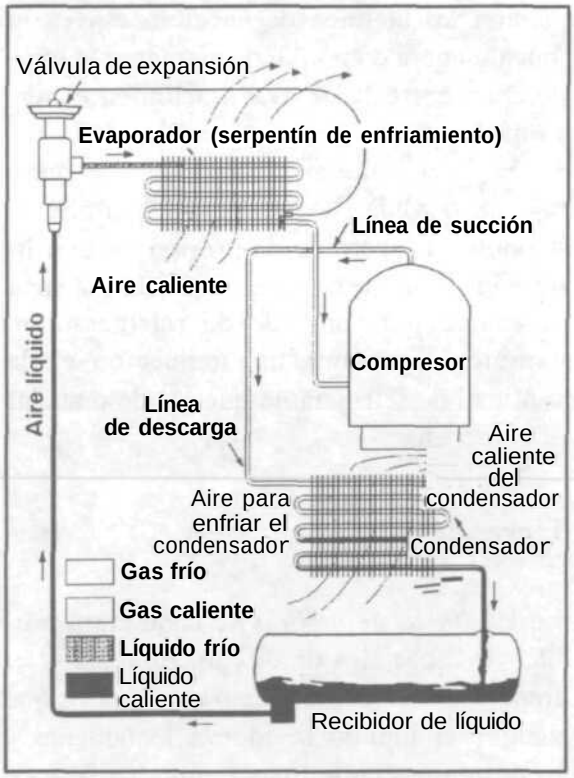


Figura 5-5. En este sistema, se debe subenfriar el refrigerante líquido.

En un sistema que emplea un dispositivo de control de tubo capilar, una caída de presión puede originar la formación de gas en la línea del líquido. Si hay una caída de presión, puede no haber suficiente presión en el tubo capilar para que trabaje apropiadamente.

Si existe *fricción* en la línea del líquido, se perderá todavía más presión. Las caídas por fricción en la línea de líquido se producen por componentes como los siguientes:

- válvulas solenoide,
- filtros secadores,
- válvulas manuales,
- los tubos,
- las conexiones.

Si baja la presión en la línea de succión, disminuirá la cantidad de refrigerante que puede manejar el sistema. El compresor se fuerza al trabajar a una presión de succión más baja. ¿Por qué? Con una pérdida de presión en la línea de succión, esa es la única manera como puede mantener la temperatura correcta de evaporación en el serpentín.

Es importante mantener bajo el porcentaje de pérdida de presión en la línea de descarga. La pérdida de presión en esta línea significa que se necesitará más potencia mecánica por tonelada de refrigeración. También representa una reducción en la cantidad de refrigerante que puede manejar el compresor.

Líneas de líquido

En las *líneas de líquido* no encontrará problemas especiales de diseño. El aceite y el freón se mezclan bien. Esto quiere decir que aunque el líquido se mueva lentamente y haya trampas en la línea (como los filtros), el aceite nunca quedará atrapado. Más adelante, cuando hablemos de los refrigerantes y de los aceites para refrigeración, aprenderá más sobre esto. Debe haber suficiente presión en la línea para asegurarse de que el dispositivo de control de flujo trabaje correctamente. Es una buena idea subenfriar el líquido refrigerante para garantizar que haya suficiente presión.

Usted puede subenfriar el líquido refrigerante de tres maneras. Primero, puede usar un intercambiador de calor. En segundo lugar, puede emplear un condensador evaporativo con serpentines subenfriadores. Como tercera alternativa, puede usar ambos métodos. El método que usted utilice dependerá de cuánto debe subenfriar el líquido refrigerante para compensar la pérdida de presión.

Líneas de succión

Existen diversos problemas especiales de diseño con las líneas de succión. Esto se aplica principalmente a los sistemas que usan compresores reciprocantes. La *línea de succión* debe ser del diámetro apropiado para compensar la pérdida de presión cuando el sistema funciona a toda su capacidad. La línea de succión debe ser capaz de regresar el aceite del evaporador al compresor cuando el sistema esté trabajando a su velocidad más lenta. La línea de succión debe impedir que el líquido refrigerante entre al compresor cuando éste se encuentre parado.

Algunos sistemas emplean más de un evaporador. Si este es el caso, la línea de succión debe garantizar que el aceite de un evaporador que esté trabajando no descargue dentro de otro que esté fuera de operación.

¿De dónde procede este aceite contenido en el refrigerante? Como usted recordará, los compresores reciprocantes usan cilindros y pistones para producir presión. También sabe que los pistones y los anillos de éstos se mueven dentro del cilindro sobre

una película de aceite. Cuando el cilindro expulsa el gas, una pequeña cantidad de aceite viaja con el gas. Esto no se puede evitar, por lo que se debe idear una manera de regresar el aceite al compresor con la misma velocidad con que sale de él. El aceite sale del compresor con el gas refrigerante. En el condensador se mezcla con el refrigerante cuando éste se convierte en líquido. Mezclado de este modo, pasa a través de las líneas de succión, o de las líneas de líquido, sin causar problemas.

En el evaporador se destila del refrigerante. Esto quiere decir que cuando el refrigerante líquido se transforma en gas, el aceite se separa del refrigerante. Después regresa el aceite al compresor por efecto de la fuerza de gravedad o al permanecer atrapado con el gas cuando fluye de regreso al compresor. En este caso, se separa del gas en el condensador.

Líneas de descarga

Las *líneas de descarga* también se denominan líneas *de gas caliente.* Si el sistema tiene un condensador integrado, habrá pocos o ningún problema. Si el condensador está separado, puede haber muchas dificultades. Asegúrese de que la línea de descarga sea del tamaño apropiado para compensar la caída de presión. La línea de descarga se debe diseñar de tal manera que no atrape el aceite. Se debe construir de tal modo que no se pueda condensar y descargar dentro de la cabeza del compresor.

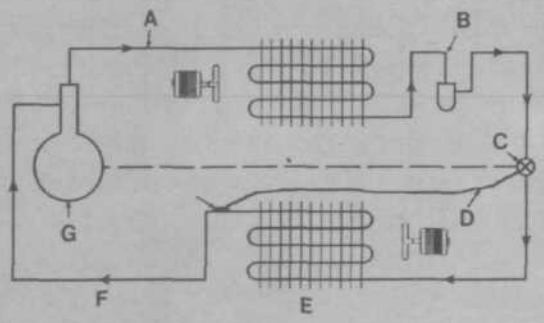
Algunas veces, un sistema posee más de un compresor conectado a una línea de descarga común. Cuando este es el caso, los conectores se deben diseñar con el propósito de impedir que pueda ocurrir cualquiera de los problemas que hemos mencionado hasta aquí. El diseño de las líneas debe mantener la vibración y el ruido a niveles bajos. La presión en la línea de descarga no debe bajar tanto como para que el gas no pueda arrastrar el aceite atrapado de regreso al compresor. Esto no sería un inconveniente en la mayoría de los sistemas con un solo compresor, pero sí puede serlo en los sistemas que cuentan con más de una de estas máquinas. En este caso, asegúrese siempre de que las líneas de descarga arrastren el aceite atrapado siempre que el compresor esté trabajando.

Las líneas de refrigerante para los sistemas de aire acondicionado de los automóviles son ligeramente diferentes. En una lección posterior aprenderá lo relacionado con ellos.

Si usted leyó cuidadosamente su lección anterior, ya estará enterado de los temas que se tratarán en la sección siguiente. No obstante, nunca está de más un repaso. Esto lo descubrirá conforme avance en su estudio de los sistemas de refrigeración. Pero antes, resuelva el siguiente ejercicio.

Ejercicio de Autoevaluación

En el siguiente diagrama (Je un sistema común de refrigeración. ***Identifique*** *cada uncí de las partes indicadas con letras, anotando cada letra junto al nombre que le corresponde.*



1. Línea de descarga _____
2. Línea de líquido _____

3. Tubo capilar _____

4. Válvula de expansión _____

5. Compresor y motor _____

6. Línea de succión _____

7. Evaporador _____

Respuestas

1. A 2. B 3. D 4. C 5. G 6. F 7. E

Estado del refrigerante

Usted sabe que la materia se presenta en tres estados: sólido, líquido y gaseoso. ¿Cuáles de estos estados se aplican a los sistemas de refrigeración? Tiene razón, el estado líquido y el gaseoso. En los sistemas de refrigeración, a menudo el refrigerante se presenta en forma de líquido. Otras veces lo hace en forma de gas. ¿Sabe usted en cuáles partes del sistema se halla el refrigerante en forma de gas? Por lo que usted sabe hasta ahora, podrá contestar esta pregunta. Consideremos esto con más detalle.

En la Figura 5-6 se ilustran los estados del refrigerante al fluir a través de un sistema típico de enfriamiento.

Comencemos nuestro recorrido por el sistema en la línea del líquido cuando sale del condensador. Mediante la Figura 5-6 podrá ver que el refrigerante permanece en la forma líquida en toda la línea de líquido. Sigue siendo un líquido al pasar a través del filtro secador, y después por el tubo capilar. Este tubo es el dispositivo de control de flujo en este sistema.

¿El refrigerante líquido se encuentra sometido a una presión alta o a una presión baja? Se halla a presión alta. ¿Por qué es así? Bien, antes que todo, ¿de qué otro modo fluiría hacia arriba? Hay otras dos razones. ¿Las recuerda? (7) Necesita estar bajo una presión alta para que el dispositivo de control de flujo pueda trabajar correctamente y (2) debe estar sometido a una presión alta para que ninguna proporción del refrigerante líquido pueda transformarse en un gas antes de llegar al dispositivo de control de flujo. El gas que llegara al dispositivo de control de flujo también podría impedir que éste trabajara apropiadamente.

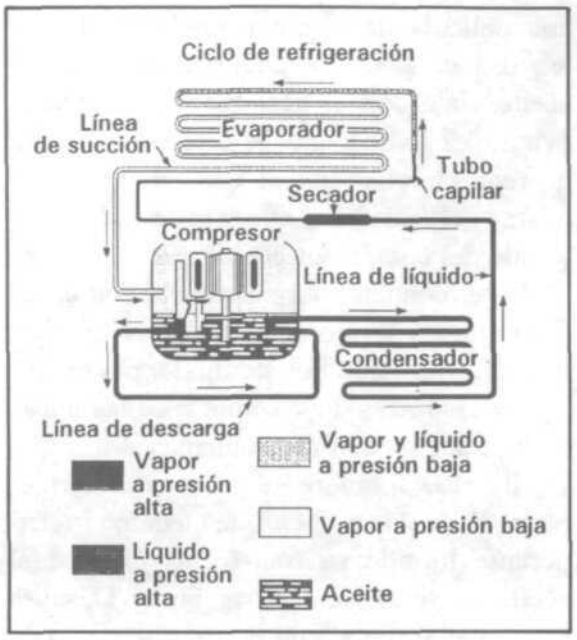


Figura 5-6. El refrigerante cambia del estado líquido al gaseoso y después regresa, de nuevo, al estado líquido al fluir por el sistema de enfriamiento.

El refrigerante todavía es un líquido después de entrar al evaporador. ¿Este líquido está a presión alta? No, se encuentra a presión baja. En el tubo capilar es donde el refrigerante cambia de la presión alta a la presión baja. Esto le ayuda a transformarse más rápidamente en un gas. ¿Por qué? Porque los líquidos sometidos a presión dentro de un recipiente cerrado necesitan más tiempo para cambiar del estado líquido al estado gaseoso. Por lo tanto, deseamos disminuir la presión y acelerar el cambio. ¿Puede recordar por qué? Tiene razón, para enfriar más rápidamente el aire o los productos que deseamos refrigerar.

El refrigerante comienza a convertirse en vapor sólo después de haber permanecido en el evaporador durante cierto tiempo. Antes que el refrigerante se dirija a la línea de succión, es totalmente una sustancia gaseosa. Permanece como gas al entrar al compresor. ¿Es un gas a presión baja? Sí. En el compresor, el aceite se separa del gas. El gas se comprime.

Al salir del compresor, es un gas a presión alta. El compresor ha comprimido el gas en un espacio más pequeño. Ha aplicado presión al gas. Al hacerlo, el compresor aplica presión al lado de alta presión del sistema. Esto se debe a que el gas se enfriará y se condensará con más rapidez si se encuentra sometido a presión. Al fluir el gas a través de la línea de descarga, permanece como gas a presión alta. Cuando fluye por el condensador se transforma en un líquido a presión alta. Este líquido fluye hacia el recibidor bajo una presión alta.

¿En dónde cambia el líquido de la presión alta a la presión baja? Esto ocurre cuando pasa a través del dispositivo de control de flujo, que en este caso es un tubo capilar. El líquido cambia de la presión baja a la presión alta cuando pasa por el compresor.

El refrigerante líquido se transforma en refrigerante gaseoso en el evaporador. Regresa al estado líquido en el condensador. En la línea de líquido el refrigerante siempre se encuentra en el estado líquido. En la línea de succión y en la línea de descarga, el refrigerante siempre se halla en la forma de gas.

Partes de un sistema básico de refrigeración

Usted conoce las partes de un sistema básico de refrigeración. Si lo piensa un momento, hasta podrá enumerarlas:

- el compresor,
- el evaporador,
- el condensador,
- el dispositivo de control de flujo,
- las líneas de refrigerante.

Estas no son todas las partes del sistema, como usted lo sabe. Hemos mencionado otros componentes, como los filtros secadores y los acumuladores, sin haberlos descrito. Estos se conocen ***como accesorios.*** Su función consiste en hacer trabajar mejor el sistema, pero éste puede funcionar sin ellos. En las dos lecciones siguientes aprenderá más acerca de los accesorios.

Ahora usted conoce las partes básicas, las partes principales. Puede citarlas. También sabe cuáles son sus funciones. Hagamos un repaso.

El *compresor* es el corazón del sistema de refrigeración por compresión. ¿Por qué decimos que es el corazón? Bueno, es un tipo de bomba. Suministra la energía que impulsa el refrigerante a través del sistema. ¿Qué tipo de energía es ésta? Es la energía de la presión. El compresor establece una diferencia de presión. El gas a presión baja entra en el compresor, y sale de él a presión alta. ¿De dónde obtiene el compresor su potencia? En la mayoría de los casos proviene de un motor eléctrico.

El *evaporador* es la parte del sistema de refrigeración donde tiene lugar el enfriamiento. El refrigerante líquido entra en el evaporador. Allí absorbe calor, entra en ebullición y se transforma en un gas. Este procedimiento proporciona el efecto de enfriamiento.

El *condensador* es la parte del sistema de refrigeración donde el gas se convierte, nuevamente, en un líquido. En el condensador, el refrigerante se encuentra a presión alta. El aire frío se lleva el calor almacenado en el gas refrigerante.

El *dispositivo de control de flujo* regula el flujo del refrigerante del condensador al evaporador. Divide el lado de alta presión del sistema del lado de baja presión. Es decir, se encuentra entre el conjunto de compresor y condensador y el evaporador.

Las *líneas de refrigerante* conectan las partes que forman el sistema. El refrigerante fluye a través de estas líneas en su recorrido hacia las otras partes del sistema.

Estas son las partes básicas del sistema de refrigeración y sus funciones, las que componen el tipo de sistema que conocemos como *sistema de refrigeración por compresión.* Esta es la clase de equipo que encontrará con más frecuencia en su trabajo. Pero no es la única clase, también puede encontrar la que recibe el nombre de sistema de refrigeración por absorción. Enseguida lo describiremos.

Sistema de refrigeración por absorción

Los *sistemas de refrigeración por absorción* difieren de los sistemas de compresión. Usan la energía del calor en vez de la energía mecánica para realizar su trabajo.

En la Figura 5-7 se compara el sistema de compresión con el de absorción.

El sistema de absorción posee menos partes movibles que el sistema de compresión. Las únicas partes movibles en las unidades pequeñas son las válvulas y controles de la fuente de calor. En las unidades más grandes, también encontrará bombas de recirculación y ventiladores. Como hay tan pocas partes movibles, los sistemas de absorción son muy silenciosos. Se usan en las instalaciones comerciales y domésticas en la forma de acondicionadores de aire. Los sistemas de absorción se usan ampliamente en vehículos para campismo, remolques y embarcaciones. Pueden trabajar con cilindros de gas de tamaño pequeño. Por esta razón, frecuentemente se utilizan en los refrigeradores portátiles.

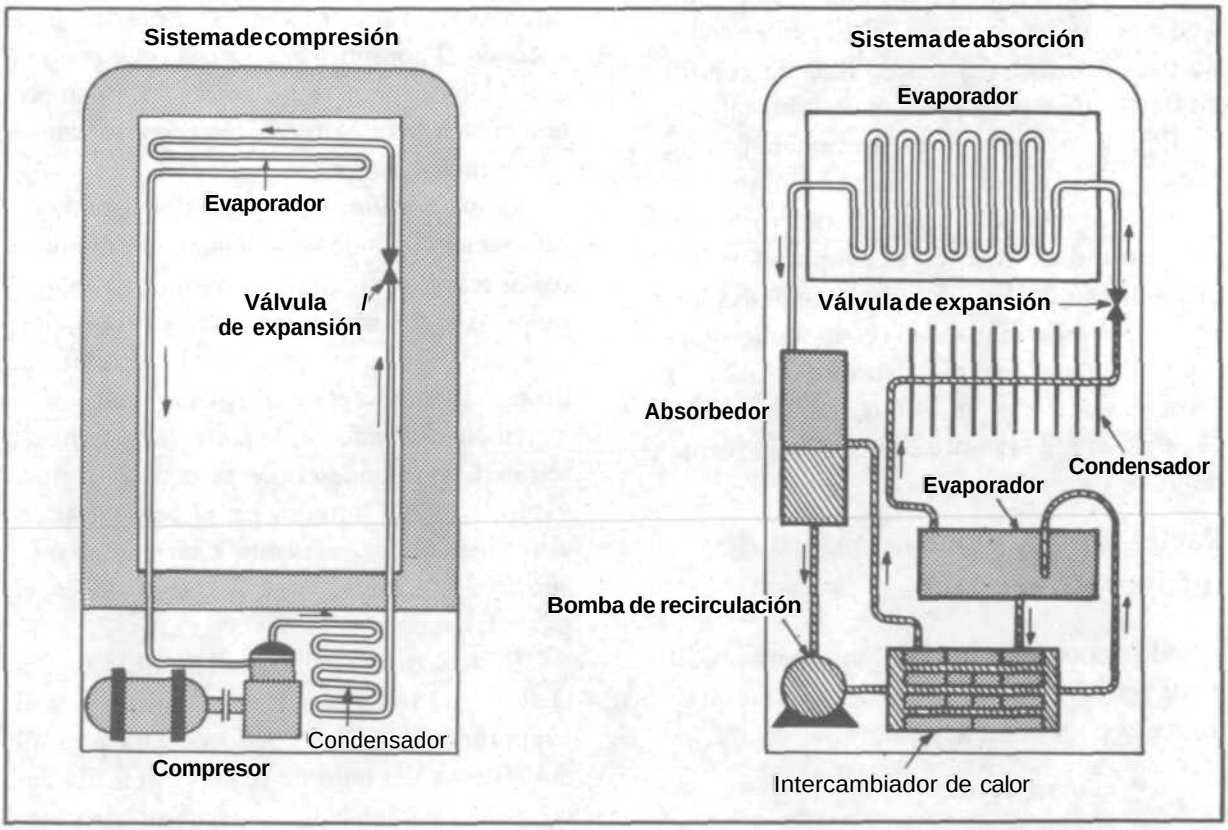


Figura 5-7. Un sistema de refrigeración por compresión comparado con un sistema de refrigeración por absorción.

Partes básicas

En un sistema de refrigeración por absorción hay cinco partes básicas:

- el evaporador,
- el absorbedor,
- el generador,
- el condensador,
- las líneas de refrigerante.

De acuerdo con la lista anterior, usted puede ver que este sistema posee tres de las mismas partes que el sistema de compresión. Es decir, tiene un evaporador, un condensador y líneas de refrigerante. Las partes que faltan son el compresor y el dispositivo de control de flujo. Los componentes adicionales son el absorbedor y el generador.

Veamos ahora qué hace cada parte y cómo se compara con el sistema de compresión. En el sistema de absorción, el *evaporador* también recibe el nombre de *enfriador de agua.* Su propósito es el mismo que en el sistema de compresión. Transforma el refrigerante líquido en un gas. Al hacerlo, extrae el calor de cualquier material que se desee enfriar.

En el sistema de compresión no existe absorbedor. En el sistema de absorción, el *absorbedor* desempeña dos funciones. Primero, hace lo mismo que hace el lado de succión del compresor. En segundo lugar, comprime el gas refrigerante. Por lo tanto, el absorbedor actúa, en parte, como un compresor. ¿Cómo lo hace?

Lo hace absorbiendo gran parte del gas refrigerante tan pronto como entra en contacto con dicho gas. Esto se puede realizar por medio de un *absorbente.* Tomemos como ejemplo el sistema de absorción de *amoniaco.* Aquí, el refrigerante es el amoniaco y el absorbente es el agua. El agua absorberá una gran cantidad de gas amoniaco tan pronto como éste la toque. El proceso produce y mantiene una presión baja en el lado del evaporador y absorbedor del sistema. Debido a la presión baja, el absorbedor tiende a atraer el refrigerante gaseoso. En este sentido es como el lado de succión de un compresor. Cuando el absorbedor admite más y más refrigerante, lo comprime en un volumen cada vez más pequeño. Por lo tanto, el absorbedor actúa como un compresor también en este sentido. Sin embargo, el absorbedor no es una bomba. No aplica ninguna energía al refrigerante. El generador se encarga de hacerlo.

El *generador* es el componente que aplica energía al ciclo. La fuente de energía térmica puede ser cualquiera de las siguientes:

- gas natural,
- gas LP,
- petróleo,
- vapor,
- elemento calefactor eléctrico,
- agua caliente de colectores solares de alta temperatura.

El calor del generador destila, o separa, el refrigerante del absorbente. Después, el mismo calor continúa aumentando la temperatura del gas refrigerante. Por consiguiente, el trabajo del generador consiste en separar el refrigerante del absorbente. Cuando el generador eleva el calor del gas, también aumenta su presión.

Entonces, el gas refrigerante caliente fluye hacia el condensador. El *condensador* en este sistema desempeña el mismo trabajo que realiza en el sistema de compresión. Enfría el gas refrigerante hasta transformarlo nuevamente en un líquido. De este modo, el refrigerante está listo para efectuar una vez más el ciclo.

Las *líneas de refrigerante* hacen lo mismo en este sistema que en el de compresión. Transportan el refrigerante entre las partes del sistema.

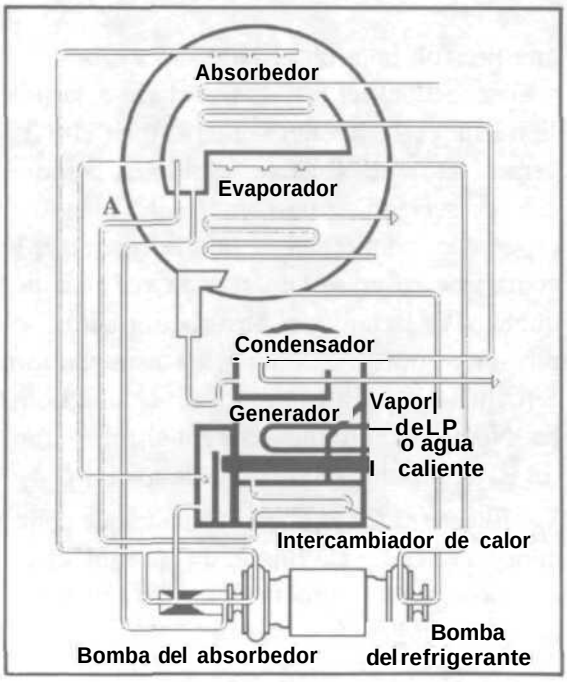


Figura 5-8. Sistema de refrigeración por absorción.

Ciclo de refrigeración por absorción

En la Figura 5-8 se ilustra el *ciclo* de un sistema de refrigeración por absorción. También muestra el estado del refrigerante en cada parte del ciclo. Cuando describamos el ciclo, también hablaremos acerca del estado del refrigerante.

En este sistema, el absorbente es *bromuro de litio y* el refrigerante es agua. El circulo negro en la parte superior de la figura es el recipiente superior del sistema. Contiene el absorbedor y el evaporador. La figura negra debajo del circulo aloja el condensador y el generador. También notará la presencia de un intercambiador de calor.

El efecto de enfriamiento tiene lugar en el evaporador. El refrigerante (agua) se rocía mediante la bomba de refrigerante sobre un haz de tubos. Los tubos también contienen agua. El agua que se rocía sobre los tubos se evapora y se transforma en vapor. Esto sucede al extraer calor del agua del interior de los tubos. De esta manera se enfría el agua, y por eso el evaporardor de un sistema de absorción se conoce como enfriador de agua.

Después, en el absorbedor, el bromuro de litio absorbe el vapor de agua. Lo absorbe tan pronto como se produce. Desarrolla la presión baja en el evaporador, que mantiene la temperatura de ebullición del refrigerante suficientemente baja para enfriar el agua de los tubos.

El absorbente se rocía en el absorbedor por medio de la bomba de este componente. Como el absorbente admite todo el refrigerante posible, se mueve hacia abajo por el tubo *A y* fluye por un lado del intercambiador de calor. Desde allí, se mueve hacia el generador. En este punto, el calor separa el refrigerante del absorbente. El absorbente fluye hacia afuera del generador. El intercambiador de calor extrae calor de aquél. Después, fluye hacia afuera por el otro lado del intercambiador de calor. Se bombea de regreso al absorbedor.

El vapor refrigerante entra en el condensador. Allí se transforma de nuevo en agua, o sea en su forma líquida. El vapor de agua

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, uñóle en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Dispositivo del sistema de refrigeración por compresión donde el refrigerante cambia de alta presión a baja presión. _____

a. Líneas de refrigerante
b. refrigeración por absorción

2. Es el corazón del sistema de refrigeración por compresión. c. compresor,

3. usa la energía del calor en vez de la energía mecánica para realizar su trabajo. d. tubo capilar

4. Componente del sistema de refrigeración por absorción que aplica energía al ciclo. e. generador

5. Transportan el refrigerante tanto en los sistemas de compresión como en los de absorción.

Respuestas

1. d 2. c 3. b 4. e 5. a

se condensa mediante el agua que se ha enfriado en el evaporador. El refrigerante líquido fluye de regreso hacia el evaporador debido a la baja presión de éste. Aquí comienza una vez más el ciclo de refrigeración por absorción.

Ciclo de refrigeración del sistema de compresión

Antes de comenzar, le recomendamos que, al ir leyendo este tema, lo vaya comparando con el tema anterior.

El ciclo de todos los sistemas de refrigeración consta de una serie de cambios de estado del refrigerante. Usted ha visto esto conforme iba leyendo acerca del sistema de absorción, y también se enteró de los cambios de estado que tienen lugar en el sistema de compresión.

Estos cambios de estado son necesarios para permitir que el refrigerante realice su trabajo. Debe poder extraer calor de la sustancia que se desea enfriar. Para extraer el calor, debe tener la capacidad de hervir y evaporarse. Por lo tanto, el refrigerante se debe convertir en líquido nuevamente para que pueda efectuar el trabajo de enfriamiento otra vez. Para que regrese al estado líquido, se debe enfriar y, por consiguiente, condensarse. El condensador efectúa este trabajo.

El ciclo del sistema de compresión consta de cuatro pasos, y todos ellos afectan al refrigerante. Estos son:

- proceso de vaporización,
- proceso de compresión,
- proceso de condensación,
- proceso de pérdida de presión.

Para estar seguro de que ha comprendido el ciclo de refrigeración en un sistema de compresión, repasémoslo punto por punto. Como guía usaremos la Figura 5-9.

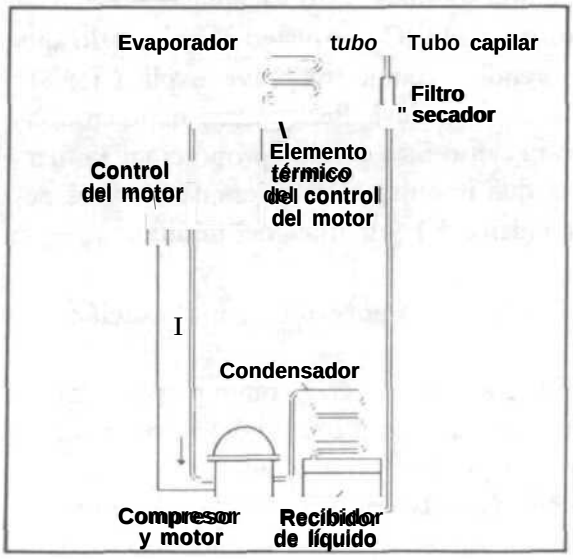


Figura 5-9. El ciclo de refrigeración a través de un sistema de compresión.

El sistema de compresión de la Figura 5-9 emplea un compresor hermético. También usa una válvula automática de expansión. Muy bien, repasemos cada uno de los cuatro pasos o etapas.

Paso 1: **Proceso de vaporización**

En esta etapa el refrigerante toma calor en el evaporador. El refrigerante se encuentra en estado líquido al entrar en el evaporador. Está sometido a baja presión y a baja temperatura. En el evaporador, el refrigerante absorbe calor del material o espacio que se desea enfriar. Al absorber calor, hierve y se evapora. Se transforma en un gas caliente. Todavía está a baja presión.

Paso 2: **Proceso de compresión**

En esta etapa se somete a presión el gas refrigerante. El compresor toma el gas refrigerante a través de la línea de succión que va del evaporador hacia el compresor. El gas refrigerante está caliente. Sigue a baja presión. El compresor comprime el gas refrigerante hasta que su temperatura es más alta que la temperatura del condensador. El compresor hace esto al aplicar presión al refrigerante. Como usted sabe, por lo que aprendió en nuestra breve explicación de física, cuando aplica presión también aplicara calor. Esta presión proporciona la fuerza que impulsa al refrigerante a través del condensador y la línea del líquido.

Paso 3: **Proceso de condensación**

En esta etapa el refrigerante pierde calor en el condensador. El calor del refrigerante se extrae por medio del condensador. Este proceso devuelve el refrigerante a la forma líquida. El refrigerante líquido se enfría y continúa a presión alta. El refrigerante fluye hacia el recibidor para almacenarse. Permanece en este lugar hasta que se extrae a través del dispositivo de control de flujo.

Paso 4: **Proceso de pérdida de presión**

En esta etapa el refrigerante líquido pierde presión al atravesar el dispositivo de control de flujo. Si el refrigerante líquido no pierde presión, no puede transformarse en un gas. No puede absorber calor ni enfriar ningún material. El dispositivo de control de flujo mantiene un flujo constante del refrigerante líquido hacia el evaporador. También divide el lado de alta presión del lado de baja presión del sistema.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. En el proceso de_____del ciclo de refrigeración por compresión, el refrigerante toma calor en el evaporador.

2. En el proceso de compresión, se somete a presión el_____

3. En el proceso de condensación, el refrigerante pierde_____en el condensador.

4. Al atravesar el dispositivo de control de flujo, el refrigerante líquido pierde _____.

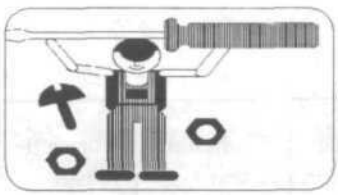
Respuestas

1. Vaporización 2. gas refrigerante 3. calor 4. presión

Resumen

En esta lección usted ha aprendido mucho sobre los sistemas de refrigeración. La mayoría de los conceptos que ha asimilado son importantes en el desarrollo diario de su trabajo. Seguramente que no podrá desempeñar sus labores si no conoce las partes de un sistema de refrigeración por compresión. Puede encontrarse en serias dificultades si no sabe si está trabajando en un sistema de compresión o en un sistema de absorción. Si no sabe cómo trabaja el sistema de refrigeración, no será de mucha utilidad a un cliente cuyo acondicionador de aire no esté funcionando.

En esta lección hemos descrito los fundamentos de por qué funcionan los sistemas de refrigeración. Lo que usted ha aprendido le ayudará a obtener y conservar un buen empleo. Recuerde que los gerentes de servicio contratan técnicos que son buenos mecánicos. Los buenos mecánicos saben cómo trabajan los sistemas de refrigeración. Pero si usted sabe **cómo y por qué** trabajan estos sistemas, lo contratarán antes que a otra persona que solamente sabe cómo funcionan. Este conocimiento aumentará sus probabilidades de progresar en el trabajo. Tendrá más oportunidades de ganar ascensos. Simplemente, hará de usted un mejor técnico.



Tareas prácticas

Clasificación comparativa de los dispositivos de control empleados en un sistema de refrigeración.

Materiales que usted necesitará

- Papel y lápiz

Información previa

Un componente vital e indispensable en cualquier sistema de refrigeración es el dispositivo de control de flujo, llamado también por algunos autores aparato de medición, cuyas finalidades son:

1) Permitir el paso del flujo de refrigerante al evaporador en la cantidad adecuada para lograr el proceso de absorción de calor (recuoción) deseado.

2) Mantener una diferencia de presión adecuada entre el lado de alta presión y el lado de baja presión.

El dispositivo de control de flujo divide el lado de alta presión del lado de baja presión.

Los cinco tipos principales de dispositivos de control de flujo empleados dentro de la industria de la refrigeración son:

a) Válvula de expansión automática
b) Válvula de expansión termostática
c) Tubo capilar
d) Flotador en el lado de baja
e) Flotador en el laclo de alta

Ahora que está usted metido en la industria de la refrigeración y el aire acondi-

cionado, es muy conveniente que empiece a conocer algunas características más de los dispositivos de control de flujo de refrigerante.

Lo **que usted deberá hacer**

Hacer un estudio comparativo de los cinco dispositivos de control de flujo empleados en la industria de la refrigeración, de acuerdo a la información proporcionada por los proveedores del mercado.

Procedimiento

1. Consultando el directorio telefónico o el directorio comercial de su ciudad, enumere los diferentes comercios que se dedican a la distribución o venta de refacciones y partes para refrigeración y aire acondicionado.
2. Ahora, clasifíquelos según la cercanía con su casa.
3. Una vez que haya los comercios más cercanos a su casa, acuda a ellos y solicite la siguiente información:
   - Marcas de dispositivos de control de flujo
   - Costos de adquisición
   - Tiempo de entrega
   - Tipo o tiempo de garantía
   - Condiciones de operación
   - Condiciones de uso
   - Forma de ajuste
4. La información obtenida colóquela en una tabla comparativa como la que se muestra a continuación.

Dispositivo de control de flujo	Marcas existentes	Costo	Tiempo de entrega	Garantía	Condiciones de operación	Condiciones de uso	Forma de ajuste
Válvula de expansión automática							
Válvula de expansión termostática							
Tubo capilar							
Flotador en el lado de baja							
Flotador en el lado de alta							

Conclusiones

Usted conoce las diferentes marcas de dispositivos de control de flujo que se manejan en su comunidad, así como sus costos. También algo muy importante, pues sabe donde obtener sus refacciones cuando necesite hacerlo. Es posible que algunos comercios le hayan proporcionado catálogos. En tal caso, guárdelos, pues el contar con amplia bibliografía le ayudará bastante en su trabajo como técnico especializado.

-y después, ¿qué sigue?

Usted conoce ya las partes principales de los sistemas de refrigeración. ¿Qué otras posibilidades hay para una instalación determinada? ¿Cómo se puede hacer una instalación para las necesidades específicas del cliente? Muchas veces, ¡no es suficiente que el equipo de refrigeración conserve la cerveza helada! ¡Tiene qué hacer muchas otras cosas! Por eso, en la siguiente lección le explicaremos qué son y qué hacen otras partes, las que usted conocerá como accesorios de los sistemas de refrigeración. La función de estos accesorios, como los filtros secadores, los separadores de aceite, los intercambiadores de calor y las válvulas, entre otros más, es hacer trabajar mejor los sistemas de refrigeración.

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta que usted considere correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso. Escoja una sola respuesta para cada pregunta. Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. Dispositivo de control de flujo que consta de una válvula y un sensor eléctrico:

   a. tubo capilar.
   b. válvula automática de expansión.
   c. válvula termoeléctrica de expansión.
   d. válvula termostática.

2. La tres líneas de refrigerante son las líneas de

   a. succión, descarga y enfriamiento.
   b. líquido, succión y alimenta ción.
   c. gas, vapor y aceite.
   d. líquido, succión y descarga.

3. El refrigerante cambia al estado líquido al entrar en:

   a. la línea de succión.
   b. el evaporador.
   c. el compresor.
   d. el condensador.

4. Al salir del condensador, el refrigerante:

   a. fluye sin presión,
   b. fluye a baja presión.
   c. fluye a alta presión.
   d. fluye sin control.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

Calificación:

Núm. de matrícula

OBSERVACIONES:

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L405

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón, correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

5. **Un compresor** es una **parte del sistema de refrigeración por**

a. absorción.
b. gravedad.
c. compresión.
d. temperatura.

6. **Dispositivo que absorbe el refrigerante tan pronto como hace contacto con él:**

a. evaporador.
b. absorbedor.
c. generador.
d. condensador.

7. **En un sistema de refrigeración por absorción, el absorbente que se emplea es**

a. bromuro de litio.
b. carburo de calcio.
c. hidróxido de calcio.
d. cloruro de sodio.

8. **Proceso del sistema de refrigeración por compresión en el que el gas refrigerante se somete a presión:**

a. compresión.
b. vaporización.
c. condensación.
d. pérdida de presión.

9. **En el proceso de condensación, el refrigerante pierde calor en el:**

a. compresor.
b. condensador.
c. dispositivo de control de flujo.
d. evaporador.

10. **En el proceso de** _____ **Se divide el lado de alta presión del lado de baja presión.**

a. vaporización.
b. compresión.
c. condensación.
d. pérdida de presión.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. Accesorios de los sistemas de refrigeración....5
3. Qué hacen los accesorios de los sistemas de refrigeración....9
4. Resumen....17
5. Tareas prácticas....18
6. Examen..,....19

Accesorios de los sistemas de refrigeración

L406 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Accesorios de los sistemas de refrigeración, 5

Qué hacen los accesorios de los sistemas de refrigeración, 9
- Acumuladores, 9
- Filtros-secadores, **10**
- Indicadores de humedad y de líquido, **11**
- Separadores de aceite, 13
- Intercambiadores de calor, 14
- Amortiguadores de vibraciones, 15
- Silenciadores de descargas, 15
- Calentadores del cárter, 15

Resumen, 17

Tareas prácticas:
- Identificación de las diferentes marcas de accesorios de los sistemas de refrigeración, 18

Examen, 19

Introducción

En la lección anterior conoció los fundamentos de los sistemas de refrigeración. Aprendió cuáles son las partes básicas, las partes vitales que se necesitan para que un sistema de refrigeración pueda funcionar.

En esta lección y en la siguiente, estudiará los accesorios de los sistemas de refrigeración. Dijimos que, "los accesorios no son partes vitales". El sistema puede funcionar sin ellos. Sin embargo, con ellos funciona mejor y por más tiempo. Además, su funcionamiento es menos costoso si tiene los accesorios apropiados. La Figura 6-1 muestra algunos de los accesorios que estudiaremos en esta lección y en la siguiente.

Cuando quiera recordar dónde se encuentran los accesorios y las partes básicas, puede consultar dicha figura. ¿Puede decir cuáles son las partes básicas? Vamos a verlas.

- el compresor,
- la línea de descarga,
- el condensador,
- la línea de líquido,
- el dispositivo para control de flujo,
- el evaporador,
- la línea de succión.

De manera que lo que resta son los accesorios. No todos aparecen aquí. Por ejemplo, no se ilustran las válvulas de servicio de las líneas ni las válvulas de retención. La colocación de esas piezas depende del tipo de sistema, según verá usted más adelante.

Algunos de los accesorios son más importantes que otros. En esta lección y en la siguiente verá cuáles de ellos son más vitales. Cuando las haya terminado, podrá definir y describir todos los accesorios. Sabrá qué es lo que hacen y dónde se localizan. En algunos casos, sabrá cómo instalarlos.

Definiciones y descripciones

A continuación, le presentamos una breve lista de términos que le serán de utilidad para estudiar esta lección y la siguiente. Si más adelante se encuentra con un término que no conoce, búsquelo aquí. Por ahora, lea toda la lista y trate de conservar la idea de cada uno de los términos.

ABSORBER *(absorb).* Cuando una sustancia toma o retiene a otra sustancia, se dice que la absorbe. Por ejemplo, una esponja absorbe agua. Este término tendrá importancia para

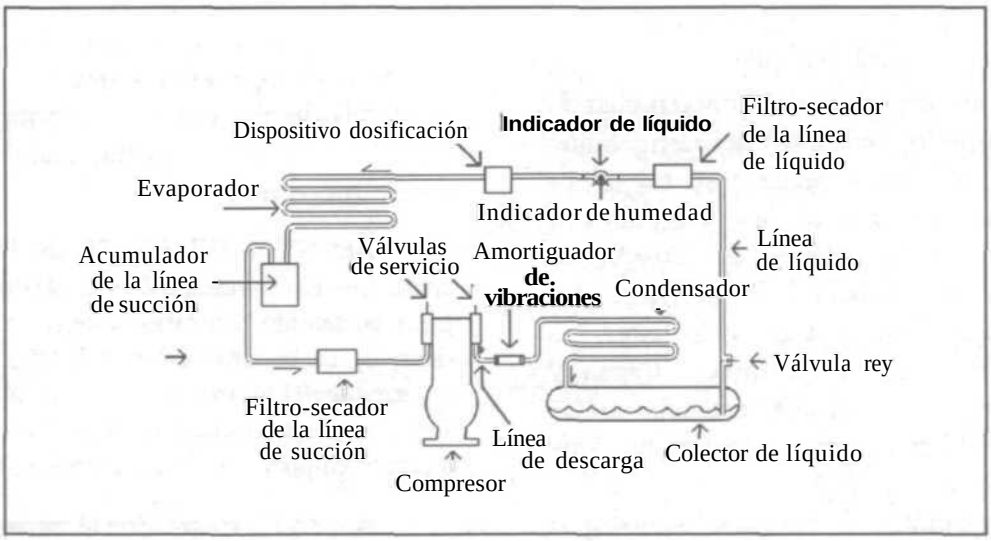


Figura 6-1. Partes y accesorios básicos de un sistema de refrigeración.

usted cuando lea acerca de los secadores del refrigerante. Estos deben poder absorber la humedad del refrigerante. Un poco más adelante, hablaremos sobre los secadores.

ADSORBER *(adsorb).* Cuando una sustancia absorbe a otra sustancia sin causar un cambio químico, se dice que la *adsorbe.* En este caso, el término *cambio químico* tiene un significado muy preciso, así que vamos a verlo.

En las lecciones anteriores aprendió algo de física. Ahora, es el momento de aprender algo de *química.* Es una ciencia diferente, que estudia la composición de todas las sustancias que hay en el mundo. También estudia cómo modificar la composición de la materia. Cuando dos tipos de materia se mezclan y se transforman en una sustancia nueva, ocurre un cambio químico.

Lo que sucede es que los átomos se distribuyen de manera distinta.

Por ejemplo, se puede mezclar hierro molido con azufre molido. Lo que se obtiene es una *mezcla,* que se puede separar nuevamente con facilidad. Un imán puede recoger todo el hierro molido y dejar el azufre. Pero, cuando esta mezcla se calienta, ocurre un *cambio químico, y* se obtiene una sustancia nueva que se llama sulfuro ferroso. Sus átomos se distribuyen de manera distinta a como lo hacen tanto en el hierro como en el azufre. Eso es un cambio químico.

Este término aparecerá también cuando hablemos de los secadores del refrigerante. Los secadores deben poder *absorber* la humedad, pero sin producir sustancias nuevas. Del mismo modo, deben poder *adsorber* la humedad. La sustancia de los secadores actúa en forma similar a como lo hacen las esponjas. Las esponjas adsorben el agua, y no se transforman en una sustancia nueva. Tampoco el agua se transforma en una sustancia nueva.

Los secadores no podrían funcionar si cambiaran la primera vez que el refrigerante

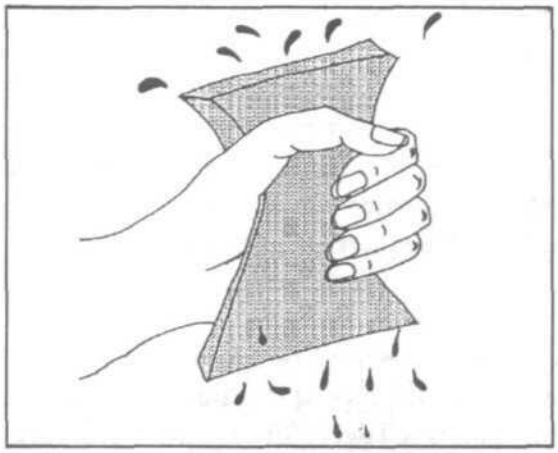


Figura 6-2. La esponja *adsorbe* agua. Ni la esponja ni el agua se transforman en una sustancia nueva.

fluyera a través de ellos. Serían inútiles si transformaran el refrigerante en otra sustancia.

ASENTAMIENTO DELANTERO *(front seat).* Cuando el vastago de una válvula se hace girar en el sentido de las manecillas del reloj, hasta que se detenga, la válvula queda en *asentamiento delantero.* Este la cierra. Cuando el compresor esté funcionando, no se debe poner en asentamiento delantero la válvula de servicio de descarga. Cuando está en funcionamiento, bombea refrigerante hacia afuera a través de la válvula de descarga. ¿Qué sucede si se cierra la válvula? Piénselo. Así es, el compresor podría estallar. Por lo menos, se dañaría.

En otros tipos de válvulas, o sea, que no son de vastago, el asiento delantero es parte de la válvula. Es la pieza que forma un sello con el botón de la válvula, cuando ésta se encuentra cerrada.

ASENTAMIENTO TRASERO *(back seat).* Cuando el vastago de una válvula se hace girar en sentido contrario al de las manecillas del reloj, hasta que se detenga, la válvula queda en *asentamiento trasero.* Este la abre. Para funcionamiento normal, la válvula se encuentra siempre en posición de asentamiento trasero.

ASIENTO *(seat).* Este término se refiere a las válvulas, específicamente a una parte de un

dispositivo de la válvula. Cuando está cerrada, la válvula presiona contra el asiento. Este y otros datos sobre las válvulas, le será muy necesarios cuando lea sobre las válvulas de servicio.

CUARTEADA *(cracked).* Cuando el vastago de una válvula se hace girar entre media vuelta y una vuelta completa, en el sentido de las manecillas del reloj, a partir de la posición de asentamiento trasero, se dice que la válvula está "cuarteada". Lo más frecuente es que cuando se da servicio a un sistema de refrigeración, las válvulas estén cuarteadas.

DESHIDRATANTE *(desiccant).* Esta es la sustancia del secador que absorbe y adsorbe la humedad del refrigerante. Al adsorber la humedad del refrigerante, evita que algunas piezas del sistema sufran daños. Protege al compresor. Y protege el dispositivo para control de flujo.

SECADOR *(drier).* Este es el dispositivo que contiene al deshidratante. En los sistemas de refrigeración, los secadores se colocan en las líneas de refrigerante. Uno se coloca en la línea de líquido, y protege el dispositivo para control de flujo contra los daños de la humedad. Es frecuente que se ponga otro en la línea de succión, para proteger el motor del compresor contra los daños de la humedad. Si el compresor es hermético, lo más probable es que el sistema lleve un secador en la línea de succión. Con frecuencia, los secadores son parte de un sistema llamado filtrador-secador. En la siguiente lección aprenderá mucho más acerca de los filtros-secadores.

SENTIDO DEL RELOJ *(clockwise).* Girar algo en la misma dirección que se mueven las manecillas alrededor de la carátula, es seguir el sentido de las manecillas del reloj. En la otra dirección, es el sentido contrario del reloj.

Accesorios de los sistemas de refrigeración

Cada uno de los dispositivos que hemos descrito tiene una función especial en el sistema de refrigeración. Cada uno hace un trabajo especial. La mayoría de ellos realizan funciones de mantenimiento preventivo. Es decir, se encargan de evitar que haya problemas. Mantienen en buen estado el sistema porque previenen los problemas. Algunos son tan importantes para el sistema de refrigeración, que los examinaremos con más detalle en la siguiente lección.

Acumuladores. Es vital que el refrigerante líquido no penetre en el compresor. Algunos sistemas son más propensos que otros a devolver refrigerante líquido al compresor. En ese tipo de sistemas se instala un acumulador.

El *acumulador* es un dispositivo de mantenimiento preventivo que se encarga de retener el refrigerante líquido sobrante. Mantiene el refrigerante líquido fuera de la línea de succión. De este modo, mantiene el refrigerante fuera del compresor.

El acumulador evapora el refrigerante líquido excedente. Sólo permite que entre a la línea de succión el gas refrigerante. En esta forma, evita que el compresor sufra daños.

Filtros-secadores. Los sistemas de refrigeración tienen que estar limpios y conservarse limpios. En otras palabras, deben estar libres de agua, ácidos y sedimentos, sustancias que pueden dañarlos. El agua puede provocar que el motor se queme, los ácidos se comen el metal y los sedimentos pueden obstruir el dispositivo para el control de flujo.

Un filtro-secador está hecho de dos partes. Una de ellas consiste en cedazos de malla muy fina, mientras que la otra es un

deshidratante. Los cedazos atrapan las materias sólidas, como, por ejemplo, la basura y los pequeños pedazos de metal. Lo más frecuente es que estos cedazos sean metálicos. Algunos de los cedazos se pueden limpiar si están obstruidos, pero otros tienen que ser reemplazados.

Un *deshidratante* es una sustancia capaz de quitarle la humedad a un gas, un líquido o un sólido. Absorbe la humedad sin cambiar la mezcla refrigerante, ni cambiar él mismo. De manera que, un deshidratante se parece mucho a una esponja. Adsorbe el agua. Al mantener limpio el sistema, el filtro-secador evita que se dañe.

Indicadores de humedad y de líquido. También éstos son dispositivos de mantenimiento preventivo. Son los menos costosos de los que hay en el sistema de refrigeración.

Un indicador de humedad y de líquido consiste en dos partes, y se coloca en la línea de líquido. El indicador de líquido es una ventanilla de vidrio, que se conoce también como *vidrio de nivel.* El flujo de líquido se puede ver a través de la ventanilla. Como técnico, eso es exactamente lo que usted hará. Si ve burbujas en el líquido, es posible que el sistema tenga alguna falla. Más adelante le diremos más al respecto. La Figura 6-3 muestra un indicador de humedad y de líquido.

El indicador de humedad es un dispositivo de medición. Dentro de la cámara lleva un producto químico que sirve para medir la cantidad de humedad que contiene el refrigerante. Le indica al técnico si el sistema tiene demasiada humedad. Como usted sabe, la humedad puede causar muchos problemas en el sistema. Este dipositivo permite detectar los problemas antes de que causen demasiados daños. Le indica cuánta agua hay en el sistema, y le permite cerciorarse de que no hay agua suficiente para causar daños.

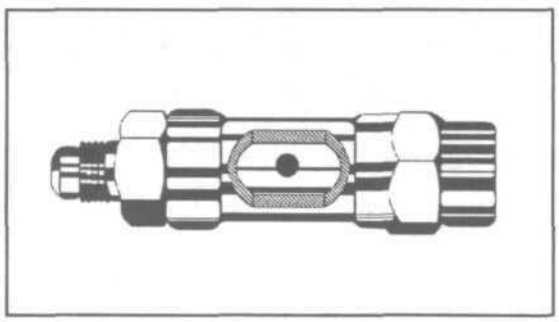


Figura 6-3. El indicador de humedad y de líquido es un dispositivo de mantenimiento preventivo.

Separadores de aceite. En todos los sistemas de refrigeración hay aceite mezclado con el refrigerante, el cual se necesita para enfriar. El aceite se necesita para lubricar el compresor. Cuando el compresor está funcionando, junto con el gas refrigerante son bombeadas pequeñas cantidades de aceite. Mientras la cantidad de aceite es pequeña, esto no importa. Sin embargo, cuando ciertas partes tienen demasiado aceite no pueden funcionar correctamente. También pueden resultar dañadas. Estas son las partes a las que puede afectar el exceso de aceite:

- el condensador,
- el dispositivo de control de flujo,
- el evaporador,
- el filtro-secador,
- el indicador de humedad y de líquido.

Los separadores de aceite se utilizan para eliminar el aceite del gas refrigerante. Casi todos los ingenieros opinan que los separadores de aceite son cruciales. Esto es cierto tanto en los sistemas de baja temperatura como para los grandes acondicionadores de aire, de hasta 150 toneladas de refrigeración. Los sistemas de refrigeración funcionan mejor si tienen un separador de aceite. En las tiendas de alimentos, casi siempre se utilizan en las cajas exhibidoras descubiertas. También se utilizan en unidades que trabajan a -73 °C (-100 °F) o temperaturas aún más bajas. A menudo se trata

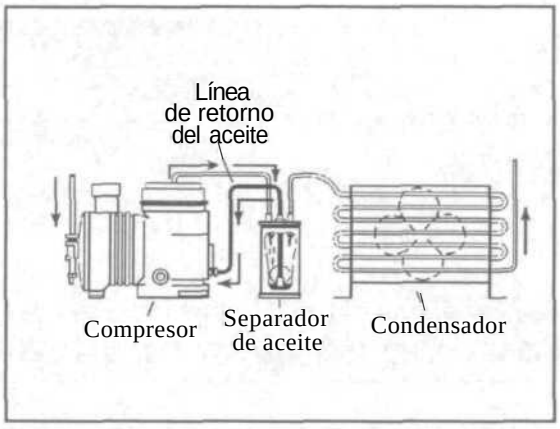


Figura 6-4. El separador de aceite se encuentra entre el compresor y el condensador.

de unidades industriales, de laboratorio o de las expuestas al aire exterior.

Si un sistema utiliza un separador de aceite, éste se encuentra en la línea de descarga, o sea, entre el compresor y el condensador. La Figura 6-4 muestra el sitio donde se ubica un separador de aceite.

El separador de aceite es un tanque, por lo general de forma cilindrica. Tiene una serie de deflectores o pantallas que atrapan el aceite. Luego, el aceite cae hacia el fondo del separador, y de ahí es devuelto al compresor. Como se ve, también éste es un dispositivo preventivo. Evita que el compresor se dañe, pues lo conserva aceitado, y protege otras partes al evitar que el sistema tenga demasiado aceite.

ínter-cambiadores de calor. Son dispositivos que toman calor de una sustancia y se lo pasan (transfieren) a otra. En los sistemas de refrigeración, toman calor del líquido refrigerante y se lo dan al gas refrigerante. En otras palabras, hacen que el líquido refrigerante se enfríe y que el gas refrigerante se caliente. Hacen que aumente el frío del líquido y que aumente el calor del gas. Se utilizan en los sistemas de inundación para asegurarse de que el refrigerante líquido no entre a la línea de succión. Si el líquido entra a la línea de succión, puede llegar hasta el compresor y dañarlo. De manera que los intercambiadores de calor son dispositivos de mantenimiento preventivo. Además, hacen que los sistemas de refrigeración funcionen mejor. En la siguiente sección, veremos cómo lo hacen.

Amortiguadores de vibraciones. Estos dispositivos sirven para reducir las vibraciones y el ruido que produce el sistema. Están hechos de una sustancia suave o flexible. Es frecuente que se localicen tanto en la línea de succión como en la línea de descarga.

No son dispositivos de mantenimiento preventivo, pero sí reducen un poco el desgaste. Sobre todo, hacen que el sistema funcione menos ruidosamente.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V si considera verdadera la afirmación, o la letra F si la considera falsa.

1. Un filtro-secador está formado por cedazos de malla muy fina y por un deshidratante. F V
2. Los separadores de aceite se utilizan para eliminar el agua del gas refrigerante. F V
3. Los intercambiadores de calor toman calor de una sustancia y se lo transfieren a otra. F V

4. Los amortiguadores de vibraciones sirven únicamente para reducir las vibraciones del sistema. F V
5. Los amortiguadores de vibraciones se localizan en la línea de succión y en la línea de descarga. F V

Respuestas

1. V 2. F (Los separadores de aceite se utilizan para eliminar el aceite del gas refrigerante.) 3. V 4. F (Los amortiguadores de vibraciones sirven para reducir las vibraciones y el ruido que produce el sistema.) 5. V

Silenciadores de descargas. Si realmente se necesita reducir las vibraciones y el ruido, entonces se requiere un silenciador de descargas. Este dispositivo suaviza y acalla las descargas del compresor. Se utiliza en los sistemas equipados con compresores recíprocos. Se compone de una concha con deflectores de placas. Los sistemas que tienen silenciadores de descarga llevan estos dispositivos en dos sitios. Lo más frecuente es que estén localizados en la cúpula de la unidad, uno en la línea de succión del compresor y el otro en la línea de descarga. Los estudiaremos más adelante, en esta misma lección.

Calentadores del cárter. Es sumamente importante evitar que el refrigerante líquido penetre en el compresor, por lo menos en cantidades suficientemente grandes como para causar un estancamiento. Esta condición ocurre cuando el compresor recibe grandes cantidades de líquido, que provocan el martilleo. El líquido no se comprime, como lo hace el gas. Debido a ello, las partes movibles del compresor se pueden dañar, además de que el refrigerante líquido reduce la capacidad lubricante del aceite del compresor.

Los calentadores del cárter protegen al sistema contra la "migración de refrigerante". Esta ocurre cuando se instala un compresor en un sitio en el que la temperatura del aire es más baja que la del evaporador. Esto produce una diferencia de presión entre el evaporador y el compresor cuando el sistema no está en funcionamiento. Es posible que el refrigerante se acumule en el cárter. El calentador mantiene el cárter lo suficientemente caliente como para vaporizar cualquier refrigerante que aparezca ahí. Además, el calor produce presión, la cual evita que emigre (fluya) hacia el cárter una gran cantidad de refrigerante.

Válvulas de servicio. Como técnico de servicio, usted necesita conocer estas válvulas. Algunas de ellas son manuales, lo que significa que las puede abrir y cerrar con la mano. En otros casos, hay accesorios a los que se les anexan válvulas. Las válvulas de servicio permiten sellar, o aislar, una parte del sistema, de manera que sea posible trabajar en otras partes. En la siguiente lección, las estudiaremos en detalle.

Válvulas de solenoide. Estas válvulas funcionan de la misma manera que las válvulas de servicio. La diferencia consiste en que no se las puede hacer girar con la mano. Funcionan mediante electricidad. A veces se utilizan en lugar de las válvulas de servicio, pero pueden desempeñar también otras funciones. Se usan, por ejemplo, para evitar que el refrigerante líquido penetre en el compresor, lo cual reduce el estancamiento.

Válvulas de retención. Las válvulas de retención son válvulas de circulación en un sentido que tienen un atractivo adicional: no permiten que el refrigerante fluya más que en una sola dirección. Si la presión sube mucho, no dejan que el refrigerante fluya de regreso. En vez de ello, se cierran. A veces,

las válvulas de retención se ponen en las líneas de succión; otras veces, en las líneas de líquido. Evitan que el refrigerante, el aceite y hasta el líquido se regresen hacia el evaporador u otros dispositivos, que podrían resultar dañados.

Estas válvulas se utilizan también en sistemas múltiples y en bombas de calor. Los sistemas múltiples tienen dos o más evaporadores conectados a un condensador. Una bomba de calor es un sistema que calienta y enfría.

Ejercicio de **Autoevaluación**

Escoja de la lista dé la derecha el término (que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra (que identifica el término elegido.

1. Dispositivo auxiliar que suaviza y acalla las descargas del compresor.	_____	a. calentador del cárter
2. Dispositivo que protege al sistema contra la "migración de refrigerante".	_____	b. válvulas de solenoide
3. Permiten sellar, o aislar, una parte del sistema, de manera que sea posible trabajar en otras partes.	_____	c. válvulas de retención
4. Tipo de válvulas de servicio que funcionan mediante la electricidad,	_____	d. silenciador de descargas
5. Válvulas que obligan al refrigerante a fluir en una sola dirección.	_____	e. válvulas de servicio

Respuestas

1. d 2. a 3. e 4. b 5. c

Qué hacen los accesorios de los sistemas de refrigeración

En esta sección, aprenderá usted algo más sobre los accesorios que hemos descrito en la sección anterior.

Acumuladores

Es sumamente importante que el líquido refrigerante no se introduzca en el compresor. Los compresores comprimen gases, no líquidos. Si el líquido se introduce en el compresor, se escucha un gran golpeteo, y lo daña. En los compresores herméticos, el líquido puede provocar que el motor se queme. Un refrigerante líquido puede dañar cualquier tipo de compresor. Diluye el aceite y expele (arroja) a los cojinetes. Puede provocar la pérdida total del aceite del cárter, lo que hace que los pistones, las varillas y los cigüeñales se rompan.

En algunos sistemas, es probable que el refrigerante líquido regrese al compresor. Tales sistemas están equipados con *acumuladores*, que son dispositivos de seguridad.

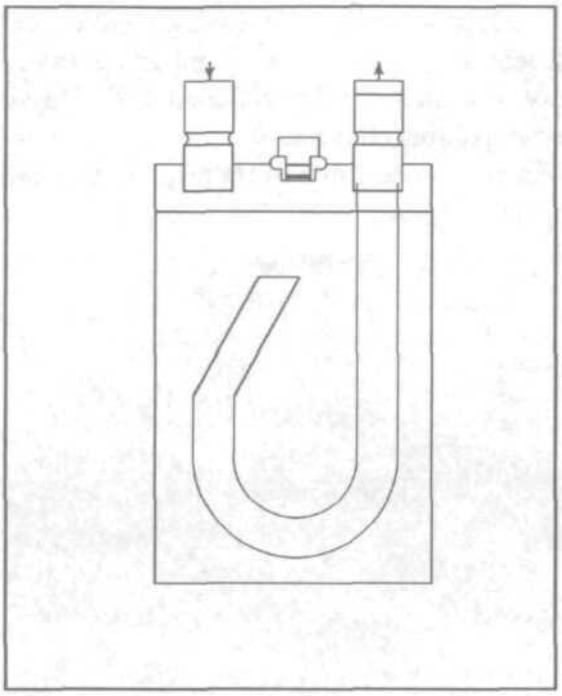


Figura 6-5. Vista interior de un acumulador.

Mantienen el líquido fuera de la línea de succión, por lo que no se puede introducir en el compresor. Retienen el exceso de líquido refrigerante hasta que el sistema lo necesite.

El refrigerante que no fue vaporizado penetra en el acumulador, donde es transformado en gas. Luego, penetra en la línea de succión. En la línea de succión sólo entra gas refrigerante, y en el compresor sólo entra gas.

El acumulador se debe colocar en la línea de succión, inmediatamente antes del compresor. Se localiza dentro del gabinete enfriador. En el acumulador, el refrigerante líquido es transformado en gas, de manera que al mismo tiempo que protege al compresor enfría al gabinete.

Con frecuencia, los acumuladores son parte integral del sistema. Otras veces, son instalados en el lugar de operación, o sea, que son colocados por un técnico de servicio. Para que pueda proteger al compresor, el acumulador debe tener el tamaño apropiado. Casi todos los sistemas dotados de un tubo capilar tienen un evaporador lo suficientemente grande como para almacenar todo el refrigerante del sistema.

No existe una clasificación estándar para estos dispositivos. Pero escoger el acumulador correcto no cuesta gran trabajo. Deben escogerse principalmente con base en los dos factores que se mencionan enseguida:

- el tamaño de la línea de succión,
- la cantidad de refrigerante que utiliza el sistema.

Las uniones del acumulador deben corresponder a las de la línea de succión. Claro está que si no ajustan unas con otras, no podrá utilizarlas. Además, el acumulador debe tener capacidad para almacenar casi la mitad del refrigerante del sistema.

Filtros-secadores

El agua, en cualquier forma que tenga, puede causar más daños que cualquier otra sustancia que se introduzca en el sistema de refrigeración. Si se mezcla con el refrigerante, produce ácidos que pueden dañar el metal. Cuando se mezcla con materias extrañas que haya en el sistema, se forman sedimentos. Estos también se forman cuando las materias extrañas se deshacen. *El filtro-secador* elimina el agua, el ácido, los sedimentos y las materias extrañas. Para eliminar las materias extrañas de forma sólida, utiliza cedazos de malla muy fina, y para eliminar las de forma líquida utiliza un deshidratante. El filtro-secador elimina cualquier sustancia que no sea refrigerante o aceite. Mantiene limpio el sistema.

Los filtros-secadores son de enorme importancia para los sistemas de refrigeración. Tienen tanta importancia, que en la siguiente lección los estudiaremos en detalle.

Indicadores de humedad y de líquido

Como usted sabe, la humedad puede causar muchos daños. Hay otros problemas que pueden presentarse en el flujo del líquido refrigerante. Los indicadores de humedad y de líquido le permiten ver tanto el flujo de líquido como el contenido de humedad del refrigerante. Se instalan principalmente en los sistemas comerciales. Vamos a hablar primero sobre el flujo del líquido.

El *indicador de líquido* se conoce también como *vidrio de nivel*. Es una ventanilla de vidrio que se coloca en la línea de líquido. A través de esta ventanilla, se puede ver el flujo del líquido. Como técnico, en eso se fijará usted. En caso de que vea que el líquido tiene burbujas, deberá investigar si existe alguno de los siguientes problemas:

- escasez de refrigerante,
- línea de líquido obstruida o angostada,
- aumento inapropiado del frío del refrigerante.

Algunas veces, cuando el sistema comienza a funcionar o en cuanto deja de hacerlo, aparecerán las burbujas. Esto es normal. Pero si sigue habiendo burbujas, es posible que el sistema no tenga suficiente refrigerante. Muchos vidrios de nivel tienen un aditamento que indica cuánto refrigerante hay en el sistema. Cuando la cantidad es suficiente, indica que está lleno; cuando no hay refrigerante, no muestra nada.

En caso de que el sistema esté lleno pero haya burbujas, se debe investigar si la línea de líquido está obstruida. Cuando las burbujas indican que hay una obstrucción, ésta estará delante del vidrio de nivel. El secador podría estar parcialmente obstruido, o tal vez los cedazos estuvieran obstruidos.

Veamos ahora la parte del dispositivo que indica la humedad. Este indicador mide la cantidad de humedad que tiene el refrigerante. Lo hace por medio de un producto químico que se encuentra en la cámara indicadora. Cuando hay demasiada humedad en el refrigerante, se lo indica. El refrigerante puede tener cierta cantidad de humedad, sin que lo perjudique; la cantidad exacta depende de la temperatura que haya.

La tabla de la Figura 6-6 le indica la cantidad de humedad que puede tener el refrigerante sin peligro para el sistema. La temperatura se muestra en grados Fahrenheit. La cantidad de humedad permisible para cada refrigerante se muestra en partes por millón (ppm). Veamos un ejemplo. El refrigerante es R-22. La temperatura es 20 °F (-6.7 °C). ¿Cuánta humedad puede contener el R-22, sin peligro, a 20 °F? Localice el R-22 en la parte de arriba, y después el 20 en el lado izquierdo. De aquí, vaya hacia la derecha a la columna que está debajo del R-22. Dice 472. Eso significa que, a una temperatura de 20 °F, el R-22 puede contener, sin peligro, 472 partes por millón de humedad. O sea que, por cada millón de partes

LIMITES DE HUMEDAD SEGUROS

Temp. (°F)	R-12	R-22	R-500	R-502	R-13B1
-40	1.7	120	48	40	2
-20	3.8	195	81	69	5
0	8.3	308	129	115	10
20	17	472	200	180	21
40	32	690	293	278	40

Figura 6-6. Límites de humedad seguros para cada refrigerante, a diferentes temperaturas.

de refrigerante, 472 partes pueden ser agua, sin que ello represente peligro alguno. Como se aprecia en la tabla, algunos refrigerantes pueden tener, sin peligro, más humedad que otros.

Todos los *indicadores de humedad* se componen de dos partes. Una es un dispositivo que es sensible a la humedad, y la otra es la que indica el contenido de humedad del refrigerante. Por lo general, el dispositivo sensible a la humedad se hace de papel o tela filtrante que contiene sales de cobalto, que es un producto químico. Reacciona a la humedad cambiando de color. Algunos indicadores de humedad y de líquido llevan las palabras *wet* (húmedo) y *dry* (seco). Cuando el sistema está seco, se puede leer la palabra *dry;* cuando está húmedo, la palabra *wet.* Además, se puede ver el color de las sales de cobalto.

Si los refrigerantes R-ll, R-13, R-113 o R-114 tienen demasiada humedad, las sales tendrán un color rosa. Si el color es azul, el contenido de humedad no ofrece peligro. Si los refrigerantes R-22, R-500 o R-502 tienen demasiada humedad, las sales también se ponen rosas, pero se ponen de color verde si el contenido de humedad no es peligroso. Como usted sabe, la cantidad de humedad que puede tener el refrigerante, sin peligro para el sistema, depende de la temperatura. Cuanto más alta es la temperatura, tanta más humedad puede contener, sin peligro.

Se requiere alrededor de una hora para obtener una lectura de *wet* o *dry, y* como ocho horas para obtener una lectura de color correcta. Si el sistema tiene demasiada agua, es posible que desplace las sales de cobalto del filtro de papel o tela. El aceite del refrigerante puede hacer que las sales se pongan de color tostado. Esto sucede si el refrigerante tiene demasiado aceite. Se comprende que se tenga preferencia por los dispositivos con lecturas de *wet* y *dry.*

Si al leer el indicador, se ve que el sistema tiene mucha humedad, ¿qué se debe hacer? Se debe cambiar el secador. Además, tal vez convenga ponerle alcohol al sistema. Depende del tipo de refrigerante. El dispositivo sensible está protegido de la basura y de los sedimentos, pero se puede dañar. Cualquier exceso de basura, sedimentos o agua lo puede dañar, lo mismo que las altas temperaturas. Si se daña, es necesario reemplazarlo. Cuando se agrega alcohol, se daña el dispositivo sensible. Lo mismo que el agua, el alcohol se lleva las sales de cobalto. Una vez que el sistema está seco, se le quita el alcohol. Después, es necesario reemplazar el dispositivo sensible. Agregándole nuevo refrigerante al sistema, se ayuda a que se seque. Si había demasiada agua y el dispositivo sensible se dañó, hay que reemplazarlo.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término (que falta pura completarlas siguientes afirmaciones.

1. Los acumuladores de refrigerante son dispositivos de seguridad que evitan que el refrigerante en estado líquido llegue al_____.
2. El_____elimina el agua, el ácido, los sedimentos y las materias extrañas.
3. Los indicadores de humedad y de líquido se usan para verificar el flujo de líquido y el contenido de_____ del refrigerante.
4. La humedad que puede contener el refrigerante R-500, sin peligro para el sistema, a 40 °F, es de_____

ppm. (Utilice la tabla de la Figura 6-6. ¿Recuerda cómo hacerlo?)

5. Si el sistema tiene demasiada humedad, se debe cambiar el_____.

Respuestas

1. compresor 2. filtro-secador 3. humedad 4. 293 5. secador

Separadores de aceite

Los sistemas de refrigeración siempre contienen aceite, que se necesita para lubricar el compresor. Cuando el compresor está en funcionamiento, parte del aceite es bombeado y echado fuera con el gas refrigerante. A veces se arroja demasiado aceite. Cuando eso sucede, puede causar daños. La cantidad de aceite que se mezcla con el refrigerante depende de tres factores.

- el tipo de refrigerante,
- la temperatura,
- la presión.

Los diferentes refrigerantes se mezclan con el aceite en diferentes proporciones. Si el aceite se mezcla bien con el refrigerante, éste puede llevar más aceite sin peligro. Por ejemplo, el Freón-12 y el Freón-22 se mezclan con una mayor cantidad de aceite que el dióxido de azufre, mientras que el Freón-13 apenas si se mezcla con el aceite. Por eso, en los sistemas que utilizan Freón-13 el *separador de aceite* es vital. Los sistemas que funcionan a altas temperaturas pueden hacerlo sin peligro con más aceite en el refrigerante. En los sistemas que funcionan a bajas temperaturas el aceite se engruesa, lo que hace difícil qué salga del evaporador. El aceite y el refrigerante tampoco se mezclan bien a bajas presiones, lo cual empeora el problema del evaporador.

Los separadores de aceite se utilizan para quitarle el aceite al gas refrigerante. Hacen muy bien este trabajo. Dejan pasar muy poco aceite al sistema.

En la Figura 6-7 se muestra una vista interior de un separador de aceite.

Se puede ver el sitio por donde el gas entra en el separador. El gas contiene una gran cantidad de aceite, que procede del compresor. Se hace más lento en los deflectores o pantallas que se encuentran debajo de las válvulas. Los deflectores de entrada obligan al gas a que regrese y vuelva muchas veces. Las pequeñas partículas de aceite que están mezcladas con el gas chocan unas contra otras y forman partículas más grandes, que se hacen cada vez más grandes y pesadas. Luego caen al fondo del separador. El gas refrigerante sale del separador de aceite a través de la válvula y los deflectores de salida.

En el fondo del separador, la basura y los sedimentos se separan del aceite. En el fondo hay también un imán, para atrapar el metal que haya en el aceite y así evitar que se distribuya por el sistema.

Cuando el aceite alcanza un nivel determinado, un flotador abre la válvula de retor-

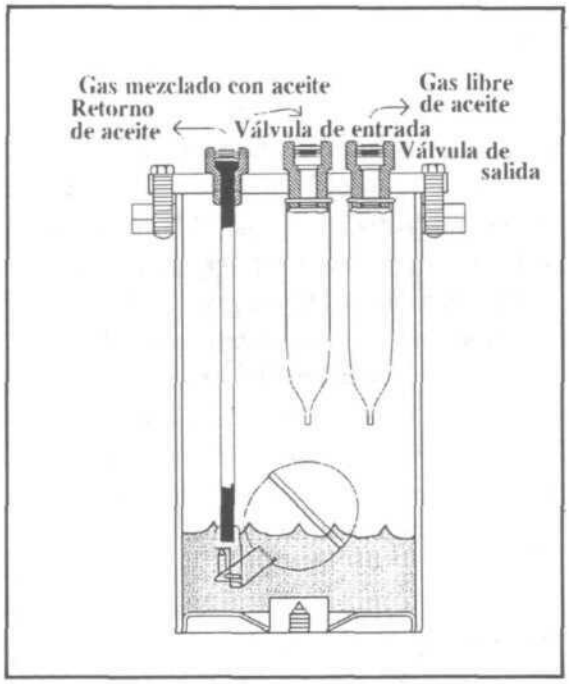


Figura 6-7. Así funciona un separador de aceite.

no (regreso) del aceite. Esta válvula se localiza en la parte alta del separador. Así, sólo el aceite limpio regresa al compresor.

Hay dos factores principales que se deben tener presentes al escoger un separador de aceite. Uno es el tamaño del compresor. Cuanto más grande sea el compresor, tanto más grande tiene que ser el separador. El segundo factor es que las líneas de líquido y de descarga, así como los conectores, deben ser del tamaño correcto. No deben permitir que la presión baje demasiado, porque en tal caso disminuirá la velocidad del gas. Esto, a su vez, reducirá la cantidad de aceite que se le puede quitar al gas.

A muchos separadores de aceite se les puede dar servicio. Están unidos por pernos.

íntercambiadores **de calor**

La función de estos dispositivos consiste en tomar calor del refrigerante líquido y entregarlo al refrigerante gaseoso. Hacen que el líquido refrigerante se enfríe más y que el gas refrigerante se caliente más. Hacen que aumente el frío del líquido y que aumente el calor del gas.

Los sistemas de inundación necesitan un *intercambiador de calor*. ¿Se acuerda de qué es un *sistema de inundación?* Lo explicamos en la lección anterior. Es un sistema de refrigeración en el que 75% del evaporador está inundado por refrigerante. El intercambiador de calor asegura que el gas de succión esté sobre calentado. Al sobrecalentar el gas de succión, se garantiza que todo el refrigerante se vaporizará antes de llegar al compresor. Si el refrigerante líquido llega al compresor, puede dañar las válvulas.

Además, los intercambiadores de calor ayudan a que cualquier sistema de refrigeración funcione mejor. ¿De qué manera? Subenfrían el líquido refrigerante antes de que entre al evaporador. Eso significa que, antes de evaporarse, el líquido puede absorber más calor. Eso provoca que se enfríe a una temperatura más baja. Además, se reduce la posibilidad de que se formen gases en la línea de líquido. Esto podría suceder cuando el líquido fluye a través del dispositivo para control de flujo. Podría ocurrir en días calurosos, o si la línea de líquido tiene que recorrer una distancia larga hacia arriba. El gas que se encuentra en la línea de líquido podría dañar el dispositivo para control de flujo.

Por lo menos, impediría que trabajara tan bien como puede. El dispositivo para control de flujo no se hizo para regular el flujo de gas. En la Figura 6-8 se muestra una manera de hacer un intercambiador de calor.

Esta es una forma de construir un intercambiador de calor, pero hay otros intercambiadores muy buenos para efectuar esta función. Existen dos estilos principales:

- el tipo fuente,
- el tipo serpentín.

El tipo *fuente* es un dispositivo con tubería doble. El gas refrigerante pasa a través

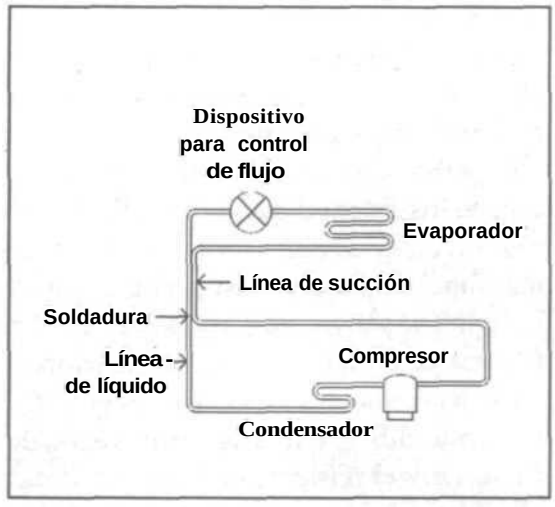


Figura 6-8. En este sistema, la línea de succión y la línea de líquido están soldadas para formar un intercambiador de calor.

del tubo mayor. Dentro de éste, hay un tubo menor, recto. El refrigerante líquido pasa a través de él. El tipo *serpentín* se diferencia por una cosa. El tubo del interior no es recto, sino que da vueltas sobre sí mismo. Ambos tipos de intercambiadores trabajan bien.

Los intercambiadores de calor se escogen de acuerdo con la máxima cantidad de líquido que habrá en el evaporador. Los fabricantes elaboran unas tablas de especificaciones que sirven para seleccionar el más adecuado.

Amortiguadores de vibraciones

Los *amortiguadores de vibraciones* son unos dispositivos suaves o flexibles. Reducen la cantidad de vibraciones y ruidos del sistema. Acallan el compresor y el condensador. Por lo general se encuentran tanto en la línea de succión como en la línea de descarga. Es frecuente que en las unidades pequeñas se utilice, como amortiguador, tubería de cobre suave y de tamaño pequeño. En estas unidades, un serpentín de cobre puede ser suficiente para acallar las vibraciones y los ruidos. En las de tamaño mayor, lo más común es que se utilice una manguera de metal flexible.

Los mejores resultados se obtienen al emplear dos amortiguadores en cada línea. Uno se debe colocar horizontalmente, y el otro verticalmente. (Horizontalmente significa de un lado al otro. Verticalmente, de arriba a abajo.) No hay que estirar el amortiguador al instalarlo, ni tampoco comprimirlo o torcerlo.

Silenciadores de descargas

Los sistemas que tienen compresores recíprocos necesitan *silenciadores de descargas*. La mayoría de los sistemas pequeños llevan estos dispositivos incorporados en el compresor. Pero los sistemas grandes, como los comerciales y los industriales, también los necesitan. Los silenciadores de descargas reducen al mínimo las vibraciones y los ruidos, por lo que hacen más suave y callado el funcionamiento del compresor.

Los silenciadores se componen de una concha con deflectores de placas. El tamaño de la concha depende del tamaño del compresor. Los compresores recíprocos producen descargas pulsantes de aire caliente, las que pueden causar dos problemas. Uno de ellos es un ruido muy molesto, aunque el ruido no le hace daño al sistema. El otro es la vibración, que sí daña el sistema porque rompe las líneas de refrigerante.

Si un sistema tiene silenciadores de descargas, éstos se encuentran en dos lugares. En los compresores herméticos, lo más frecuente es que se encuentren en la cúpula. Uno estará en la línea de succión y el otro en la línea de descarga. En los otros tipos de compresores, se localizan en la línea de descarga. Están colocados lo más cerca posible del compresor. El aceite, y hasta el refrigerante líquido, puede quedar atrapado en los silenciadores de descargas. Para evitar que suceda esto, hay que instalar los silenciadores en posición hacia abajo.

Si se escoge un silenciador que no es el apropiado, el problema se puede complicar. Escoger un silenciador es algo difícil, pero la experiencia será su mejor maestro.

Calentadores del cárter

Ya sabe usted qué es la "migración de refrigerante". Ocurre cuando el refrigerante líquido aparece en el cárter. Puede suceder cuando un compresor es instalado en donde la temperatura ambiente es más baja que la del evaporador. Si el compresor no está funcionando, la diferencia de temperatura puede provocar un problema. Causa una diferencia de presión entre el evaporador y el compresor. Entonces, es posible que el refrigerante se acumule en el cárter.

El calentador mantiene el cárter lo suficientemente caliente como para vaporizar cualquier refrigerante que aparezca ahí. Además, el calor produce presión, la cual evita que emigre (fluya) hacia el cárter una gran cantidad de refrigerante.

Cuando el refrigerante líquido aparece en el cárter, causa daños. Cuando el compresor empiece a funcionar, el líquido hervirá y se evaporará. Esto produce una espuma que, a su vez, provoca un estancamiento. Y el estancamiento daña las válvulas del compresor. Además, se reduce la capacidad del aceite para desempeñar su trabajo. Cuando está mezclado con la espuma, no puede lubricar al compresor en forma debida. Como se aprecia, el *calentador del cárter* es un dispositivo de mantenimiento preventivo.

Hay dos tipos de calentadores del cárter. En la Figura 6-9 se muestra un ejemplo de cada uno.

El de tipo *de inserción* se compone de cuatro partes. El elemento calentador y su funda se introducen en el colector de aceite del cárter. El colector retiene el calentador en el bastidor del compresor. Las conexiones eléctricas se conectan con una fuente de electricidad. El calentador de tipo *externo* se compone de dos partes. El elemento calentador y su funda se colocan alrededor del bastidor del compresor. Las conexiones eléctricas se conectan con una fuente de electricidad.

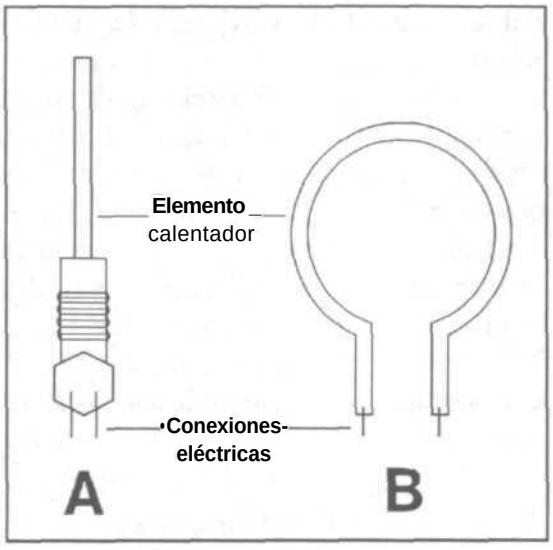


Figura 6-9. Calentadores del cárter. *(A)* De tipo de inserción, (B) De tipo externo.

Seleccionar un calentador para el cárter es fácil. Los fabricantes proporcionan listas que indican cuáles son los calentadores apropiados para los distintos compresores. Hay que tener cuidado de que el aceite del compresor no se caliente demasiado. Algunos calentadores trabajan de manera continua, mientras que otros lo hacen sólo cuando el compresor no está funcionando.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la columna de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de Ia izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Accesorios que se utilizan para quitarle el aceite al gas refrigerante._____ a. silenciadores de descargas
2. Dispositivos auxiliares que toman calor del refrigerante líquido y lo entregan al refrigerante gaseoso. _____ b. separadores de aceite
3. Reducen la cantidad de ruidos y vibraciones del sistema._____ c. calentadores del cárter

4. Se instalan en los sistemas que tienen compresores recíprocos para suavizar y acallar el funcionamiento del compresor. _____

5. No permiten la acumulación de refrigerante líquido en el cárter del compresor. _____

d. amortiguadores de vibraciones

e. intercambiadores de calor

Respuestas

1. b 2. e 3. d 4. a 5. c

Resumen

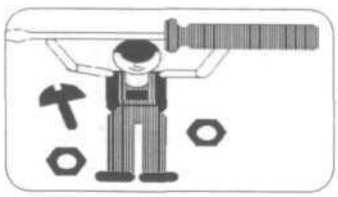
Los accesorios de los sistemas de refrigeración casi siempre desempeñan dos funciones: previenen los daños y hacen que los sistemas funcionen mejor. Por ejemplo, los acumuladores evitan que el refrigerante líquido se introduzca en el compresor y lo dañe. Por su parte, los filtros-secadores protegen al compresor y al dispositivo de control de flujo al eliminar la humedad y las materias extrañas. Además, conservan fresco y seco al sistema.

Los indicadores de humedad y de líquido son dos dispositivos en uno. El primero indica qué tanta humedad contiene el refrigerante líquido, y el segundo es un vidrio de nivel que sirve para observar cómo fluye el refrigerante a través de la línea de líquido.

Los separadores de aceite mantiene bajos los niveles de aceite en el refrigerante. Desempeñan dos funciones: devuelven el aceite al compresor y mantienen el aceite fuera del resto del sistema.

Para proteger al compresor contra la humedad se usan los intercambiadores de calor. Estos hacen que aumente el frío del refrigerante y que aumente el calor del gas refrigerante.

Las vibraciones que se producen en los sistemas que usan compresores recíprocos pueden romper las líneas de refrigerante. Para evitarlo, se instalan silenciadores de descargas. Y para proteger al compresor contra el refrigerante líquido, se utilizan los calentadores del cárter.



Tareas prácticas

Materiales que usted necesitará

- Papel y lápiz

Identificación de las diferentes marcas de accesorios de los sistemas de refrigeración

Información previa

Un accesorio de refrigeración es un artículo o aparato que se añade para la

conveniencia o eficacia del sistema. Las partes esenciales del sistema de refrigeración básico son: compresor, condensador, dispositivo de control de flujo y evaporador. Un accesorio da al sistema básico ciertas conveniencias, o le permite que alcance un grado de comportamiento que es virtualmente imposible alcanzar con los componentes disponibles comercialmente para el sistema básico. Estos accesorios vienen en muchas formas y tamaños y sirven para muchas funciones.

Lo que usted deberá hacer

De acuerdo a la relación de proveedores cercanos a su casa, identificará las diferentes marcas de los accesorios para un sistema de refrigeración.

Procedimiento

Vuelva a tomar la relación de proveedores que preparó en la tarea práctica de la lección anterior.

Acuda al proveedor que usted prefiera y solicítele información gráfica (catálogos) de las diferentes marcas de accesorios que ellos comercializan.

Clasifíquelos en una tabla como la que se muestra a continuación.

Accesorio	Marca	Costo
Acumuladores		
Filtros-secadores		
Indicadores de humedad y de líquido		
Separadores de aceite		
Intercambiadores de calor		
Amortiguadores de vibraciones		
Silenciadores de descargas		
Calentadores de cárter		

Conclusiones

Ahora dispone de información confiable sobre los accesorios que puede encontrar en su localidad, sobre las marcas que existen y sobre cuáles son los costos. Esta información le ayudará mucho cuando tenga que desarrollar plenamente su actividad profesional.

-y después, ¿qué sigue?

Ya lo dijimos al principio, continuaremos con los accesorios de los sistemas de refrigeración. En la siguiente lección describiremos con más detalle las válvulas de servicio y los filtros-secadores.

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva eI siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1.E1_____absorbe y adsorbe la humedad del refrigerante.

a deshidratante
b. indicador de humedad
c. indicador de líquido
d. acumulador

2. El accesorio que contiene un deshidratante es

a. la valvula de retención.
b. el indicador de humedad y de líquido.
c. el secador.
d. el acumulador.

3. Para desempeñar su función, los filtros-secadores utilizan un deshidratante y

a valvulas de retención.
b. cedazos de malla.
c. indicadores de humedad.
d. indicadores de líquido.

4. Se debe cambiar el secador cuando el sistema

a no tiene agua.
b. no tiene sedimentos.
c. tiene excesiva humedad.
d. tiene escasa humedad.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón, correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L406

5. Accesorio que retiene al refrigerante líquido sobrante, evitando que entre al compresor y lo dañe:

a el filtro-secador.
b. el vidrio de nivel.
c. el separador de aceite.
d. el acumulador.

6. Se instala en la línea de descarga para eliminar el aceite del gas refrigerante:

a el filtro-secador.
b. el vidrio de nivel.
c. el separador de aceite.
d. el acumulador.

7. Hace que aumente el frío del refrigerante líquido y que aumente el calor del gas refrigerante:

a el separador de aceite.
b. el intercambiador de calor.
c. el calentador del cárter.
d. el acumulador.

8. El dispositivo que suaviza y acalla las descargas del compresor es

a el amortiguador de vibraciones.
b. la válvula de retención.
c. el silenciador de descargas.
d. el colector de líquido.

9. Los _____ **protegen al sistema contra la "migración de refrigerante".**

a calentadores del cárter
b. amortiguadores de vibraciones
c. silenciadores de descargas
d. colectores de líquido

10. Si por el vidrio de nivel, continuamente se observan burbujas en el flujo del líquido, puede ser que

a el compresor esté estancado.
b. el condensador tenga líquido.
c. el evaporador tenga gas.
d. no haya suficiente refrigerante.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

SISTEMAS DE Refrigeración Bnom ACONDICIONADO

CONTENIDO

Introducción....3

1. Definiciones y descripciones....3
2. Qué hacen las válvulas....4
3. Filtros-secadores....7
4. Válvulas de servicio....14
5. Resumen....22
6. Tareas prácticas....22
7. Examen.., ...25

Válvulas de servicio y filtros-secadores

L407 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Qué hacen las válvulas, 4
- Válvulas de servicio, 4
- Válvulas de solenoide, 5
- Válvulas de retención, 6

Filtros-secadores, 7
- El filtro-secador para la línea de líquido, 11
- Cómo seleccionar un filtro-secador para la línea de líquido, 12
- El filtro-secador para la línea de succión, 12
- Cómo seleccionar un filtro-secador para la línea de succión, **13**

Válvulas de servicio, **14**
- Válvulas de vastago, **14**
- Válvulas de núcleo, **15**
- Válvulas de injerto de línea, 17
- Válvulas de servicio del compresor, **19**
- Válvulas de servicio de la unidad condensadora, 20
- Válvulas de paso para servicio, 20

Resumen, 22

Tareas prácticas:
- Seccionado de un filtro-secador, 22

Examen, 25

Introducción

En la lección anterior comenzamos a ver los diferentes accesorios que se emplean en los sistemas de refrigeración. En esta lección continuamos con el tema y describimos dos clases de accesorios que tienen gran importancia para dichos sistemas. Se trata de las válvulas de servicio y de los filtros-secadores.

Las válvulas de servicio son accesorios a los que usted, como técnico, deberá darles mantenimiento continuo para que el sistema funcione adecuadamente. Por eso analizaremos las válvulas una a una, viendo cómo operan dentro de un sistema de refrigeración.

También describiremos los filtros-secadores, que, como ya lo hemos mencionado en lecciones anteriores, realizan una función muy importante en los sistemas de refrigeración. En esta lección verá usted qué son, cómo trabajan y cómo se seleccionan estos filtros-secadores.

Hemos dicho que los accesorios no son indispensables para un sistema de refrigeración, porque éste puede operar sin ellos. Sin embargo, al utilizarlos en un sistema, éste trabajará con mayor eficacia, es decir, se aprovechará mejor su funcionamiento.

Ahora, comience a estudiar su lección. Y no olvide que, cuanta más atención ponga en el estudio de sus lecciones, mayor provecho obtendrá de ellas. Todas llevan al mismo objetivo, que es hacer de usted un excelente técnico. Un técnico que conozca *COMO* trabajar las cosas y, mejor aún, *POR QUE* trabajan. Esta clase de técnico es el que obtiene los mejores trabajos, el que es promovido con rapidez y el que consigue los mejores aumentos de sueldo.

Definiciones y descripciones

En la lección anterior incluimos una breve lista de términos relacionados con los accesorios de los sistemas de refrigeración. Ahora, en esta lección, complementaremos esa lista con más términos. Todos ellos le serán de gran utilidad para continuar estudiando.

BOMBEO DESCENDENTE *(pump down).* Cuando el refrigerante queda atrapado en la parte alta, se aplica el bombeo descendente. ¿Cuál de los lados es la parte alta? Es el lado del sistema de enfriamiento que contiene el refrigerante a alta presión. ¿En qué lugar del sistema se encuentra el refrigerante a alta presión? Esto lo aprendió usted en la lección anterior. Eso sucede en el motor, el compresor, el condensador y el colector de líquido. El bombeo descendente se realiza colocando la válvula de la línea de líquido o la válvula rey en la posición de asentamiento delantero. En otras palabras, cerrando dicha válvula. ¿Qué debe usted hacer primero? Apagar el motor del compresor.

BULBO DE PRESIÓN *(pressure bulb).* Se le llama también tubo de proceso. Se trata de un tramo corto de tubería. Se acopla al sistema de refrigeración para leer la presión.

DISPOSITIVO PARA EXTRAER Y SUSTITUIR EL NÚCLEO DE LA VÁLVULA DE ACCESO *(access valve core remover and replacer).* Esta herramienta se utiliza para aflojar, extraer y sustituir el núcleo en las válvulas de ese tipo. (Consulte la Figura 7-1).

FILTRO DEL REFRIGERANTE *(refrigerant filter).* Estos filtros eliminan los

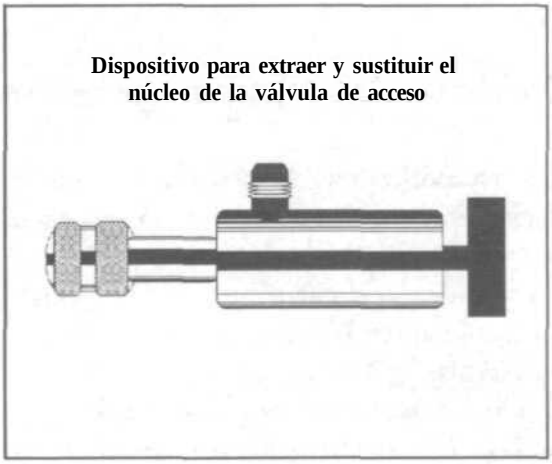


Figura 7-1. Esta herramienta se usa para dar servicio a los sistemas que utilizan válvulas de núcleo.

cuerpos extraños del refrigerante. Extraen la suciedad y los pequeños fragmentos de metal de las lineas de líquido y de succión. Lo más frecuente es que los filtros formen parte de un filtro-secador. Sin embargo, también se usan por sí solos como purgadores. Los hay de tres tipos. El *filtro sellado de paso directo* no se puede limpiar. Cuando se tapa, es necesario cambiarlo por otro. El *filtro oblicuo y el filtro en Y* sí pueden limpiarse. Los filtros son elementos vitales del sistema de refrigeración. Ellos impiden que los dispositivos de control de flujo lleguen a obstruirse. También evitan que los compresores se averíen. Sirven para conservar limpio el sistema de refrigeración.

VÁLVULA DE LINEA *(line valve).* Esta es una válvula de servicio. Se trata de una válvula de vastago de tres sentidos que puede instalarse en la línea de líquido. Se usa para dar servicio a la línea y para el bombeo descendente. En la línea de succión pueden colocarse también válvulas de línea.

VÁLVULA REY *(king valve).* La válvula de servicio del colector de líquido se llama válvula rey. Es una válvula de vastago que se coloca en la salida del colector de líquido.

Qué hacen las válvulas

Los accesorios que hemos descrito en la lección anterior tienen una función especial en los sistemas de refrigeración. Cada uno de estos accesorios hace un trabajo especial. Eso, ya lo aprendió usted. Pero, ¿qué hacen las válvulas? ¿Por qué, junto con los filtros-secadores, son tan importantes para un óptimo funcionamiento de los sistemas de refrigeración? La respuesta a estas preguntas es el tema de esta lección'. Comencemos.

Válvulas de servicio

Todos los sistemas de refrigeración cuentan con válvulas que le permiten al técnico de servicio trabajar en el sistema. Estas son las llamadas *válvulas de servicio.* Para que usted pueda realizar bien su trabajo, debe conocer estas válvulas. Algunas son manuales, lo que significa que se les abre y cierra con la mano. Otras son uniones a las que se deben conectar las válvulas manuales.

A veces, las válvulas de servicio reciben el nombre de *válvulas de cierre.* La única función de estas válvulas consiste en permitir que se le dé servicio al sistema. Algunos de esos usos son:

- Bombear.
- Aislar partes del sistema para darles servicio.
- Evitar controles, solenoides, dispositivos para control de flujo y válvulas de retención, de modo que el técnico pueda vaciar o secar el sistema, así como limpiarlo por inundación.
- Aislar una o más de las unidades de un sistema de varias unidades.
- Instalar dispositivos de seguridad y otros equipos.
- Cargar, purgar o igualar los niveles de aceite.

Purgar un sistema, significa quitarle todo el aire, vapores, basura o humedad innecesarios.

Hay tres tipos de válvulas de servicio. Las *válvulas de vastago* pueden ser de uno, dos o tres sentidos. Se abren y cierran haciendo girar una manija o una perilla. Las *válvulas de núcleo* se parecen mucho a las utilizadas en las llantas de los automóviles,

y se conocen también como *válvulas Schrader.* Las *válvulas de injerto de línea* se conocen también como *válvulas perforadoras.* Pueden ir sujetas con pernos o soldadas. En la Figura 7-2 se muestra cómo se ven estas válvulas.

Lo mismo que los filtros-secadores, las válvulas de servicio son accesorios de gran importancia. Así que, en una sección posterior las estudiaremos en detalle.

Válvulas de solenoide

Los solenoides se utilizan también como válvulas de cierre. Funcionan exactamente igual que las válvulas de servicio. Pero se diferencian en que no se manejan con la mano, porque funcionan por medio de la electricidad.

En muchos sistemas de refrigeración, se necesita que las líneas de refrigerante se abran y cierren automáticamente, y para ello se utilizan las válvulas de solenoide.

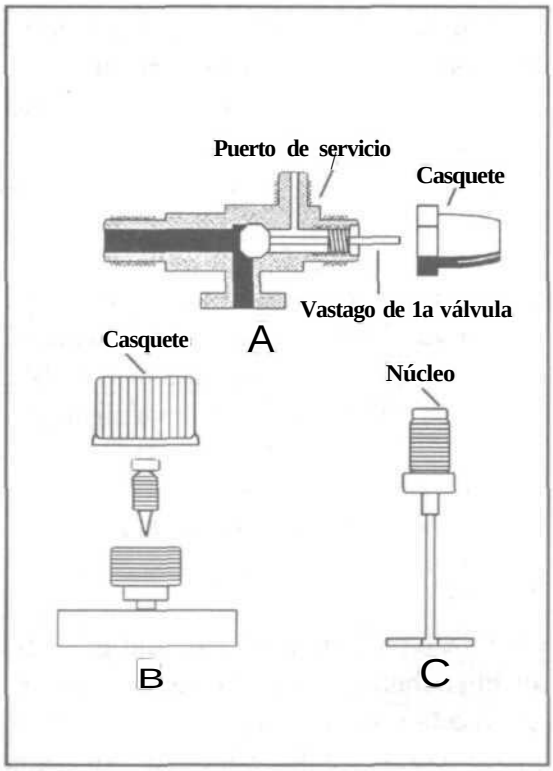


Figura 7-2. *(A)* Válvula de vastago, (B) Válvula de núcleo. (C) Válvula de injerto de línea.

Son fáciles de instalar, y utilizan sencillos circuitos eléctricos de control.

La válvula se compone de las partes siguientes:

- un electroimán,
- un núcleo, o centro,
- una armadura, o brazo,
- una aguja de válvula.

El *electroimán* es una bobina (serpentín) de alambre enredada alrededor de un carrete de hierro suave. En el interior del carrete hay una armadura o núcleo movible. Este también es de hierro. Una aguja de válvula está unida al núcleo. Cuando se hace pasar una corriente eléctrica por la bobina, ésta se convierte en un imán y atrae al núcleo, haciéndolo moverse. Cuando se interrumpe la corriente, la gravedad, la acción de un resorte o una combinación de las dos, hace que el núcleo vuelva a su posición original. Conforme el núcleo, o armadura, se mueve, hace que se mueva la aguja de válvula que está unida a él. Esto provoca que la válvula se abra o se cierre.

Las válvulas de solenoide pueden ser de acción directa u operadas por un piloto. Las válvulas de acción directa funcionan como se describe en la Figura 7-3. Las válvulas operadas por un piloto son distintas. Funcionan de manera similar a una combinación de pistón y cilindro. Usted ya las conoció en la lección anterior. Cuando se magnetiza la bobina, el émbolo es extraído de su asiento. El émbolo ejerce presión sobre el cilindro, lo cual hace que el pistón se mueva hacia arriba. Este movimiento es el que controla la válvula. Cuando la bobina es magnetizada, el pistón se mueve hacia arriba, y la válvula se abre. Cuando la bobina no está magnetizada, el pistón se mueve hacia abajo, y la válvula se cierra.

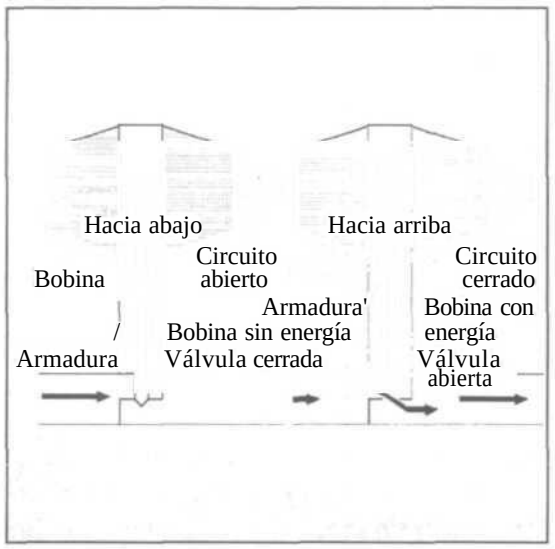


Figura 7-3. Las válvulas de solenoide funcionan con la fuerza electromagnética.

Digámoslo de una manera más sencilla. Cuando se aplica una comente eléctrica, la válvula se mantiene abierta. Se cierra cuando la corriente se interrumpe.

A veces, las válvulas se solenoide se utilizan como válvulas de servicio, pero pueden desempeñar otras funciones. Algunas de esas funciones son:

- prevenir el estancamiento,
- controlar la temperatura,
- regular la capacidad del refrigerante,
- controlar el nivel del refrigerante líquido.

Las válvulas de solenoide pueden ser manejadas también por un termostato. Con ellas se puede controlar la temperatura de un refrigerador o una habitación. Se utilizan en la línea de líquido para controlar el flujo del refrigerante líquido hacia el dispositivo para control de flujo. Asimismo, se utilizan para controlar el flujo del refrigerante gaseoso procedente del evaporador.

Hay tres tipos de válvulas de solenoide cuyo uso está muy generalizado:

- Las válvulas de dos sentidos.
- Las válvulas de tres sentidos.
- Las válvulas de contramarcha de cuatro sentidos.

Las válvulas de dos sentidos o de dos pasos controlan el flujo del refrigerante a través de una sola línea. Estas válvulas tienen un vastago manual. Con este vastago, se puede mantener abierta la válvula para darle servicio.

Las válvulas de tres sentidos controlan el flujo del refrigerante en dos líneas distintas. Se utilizan principalmente en unidades comerciales. Es posible que se utilicen para controlar dos circuitos descongelantes separados, o la temperatura de dos evaporadores.

Las válvulas de cuatro sentidos se utilizan principalmente en las bombas de calor. Cambian el ciclo, sea para calentar o para enfriar.

Válvulas de retención

Las válvulas de retención permiten que el refrigerante fluya solamente en una dirección. Si la presión sube mucho, no permiten que el refrigerante fluya de regreso. En vez de ello, cierran la línea. Las válvulas de retención se colocan en las líneas de succión o en las líneas de líquido. Impiden que el refrigerante, el aceite y el líquido se concentren en el evaporador u otros dispositivos en los que podrían causar daños. Estas válvulas se utilizan en los sistemas siguientes:

- Instalaciones de dos temperaturas.
- Instalaciones múltiples.
- Sistemas descongelantes.

Se utilizan para evitar el paso del gas refrigerante durante el tiempo en que el compresor no está funcionando.

A veces, el condensador tiene conectado más de un evaporador. Entonces, es frecuente que los evaporadores funcionen a

distintas temperaturas. En tales casos, se utilizan válvulas de dos temperaturas. Además, en la línea de succión del evaporador más frío se ponen válvulas de retención. Así, el líquido del otro evaporador, que está más caliente, no se puede introducir en el evaporador más frío durante el ciclo en que no trabajan. Por esto, las válvulas de retención son útiles en las instalaciones de dos temperaturas.

Los sistemas descongelantes deben evitar que el líquido fluya en la dirección equivocada. Eso es lo que hace la válvula de retención. Cuando el compresor no está funcionando, la válvula de retención impide que el gas penetre en él, donde se podría condensar y transformarse en un líquido. Eso dañaría al compresor. Las válvulas de retención producen una caída de presión en la línea de refrigerante, por lo que debe usted tener cuidado al usarlas. Al cambiarlas, debe cerciorarse de que está utilizando la válvula correcta.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Algunas veces, las válvulas de servicio reciben el nombre de_____.
2. En muchos sistemas de refrigeración, se necesita que las líneas de refrigerante se abran y cierren automáticamente y para ello se utilizan las válvulas de _____.
3. Las válvulas de solenoide pueden ser de _____ u operadas por un piloto.
4. Las válvulas de_____ permiten que el refrigerante fluya solamente en una dirección.

Respuestas

1. válvulas de cierre 2. solenoide 3. acción directa 4. retención

Filtros-secadores

La función principal de los filtros-secadores es mantener limpio y seco el sistema de refrigeración. Lo hacen de dos formas. Eliminan del refrigerante la humedad y las materias extrañas. Por eso es que los filtros-secadores son dos dispositivos en uno. Son filtros y son secadores.

El agua puede causar tantos daños, que hay sistemas que tiene más de un secador. Cuando son varios los secadores, por lo general están agrupados en serie. La Figura 7-4 muestra un conjunto de cuatro secadores.

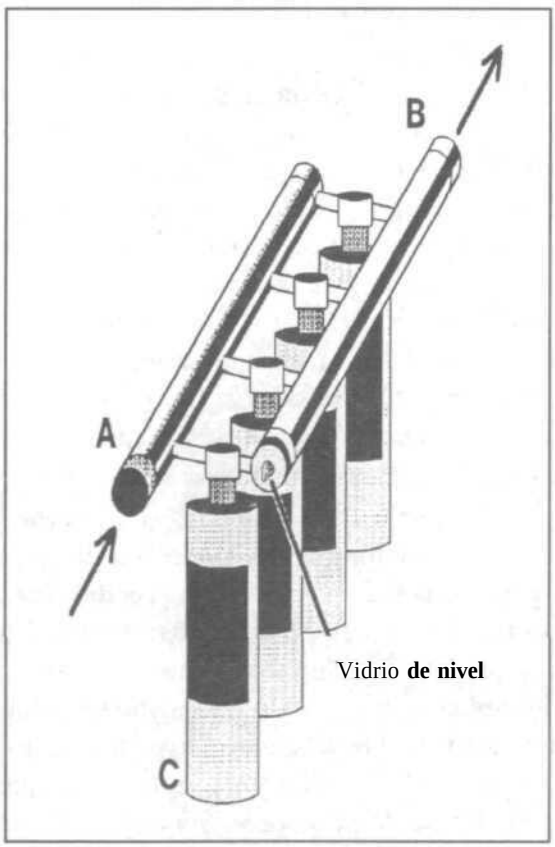


Figura 7-4. Cuatro filtros-secadores conectados en serie.

Esta clase de filtro se utiliza en la línea de líquido. El refrigerante líquido entra por el punto A y fluye através del C, que es una serie de filtros-secadores. Todos son reemplazables. Luego, el refrigerante sigue fluyendo y sale del conjunto por el punto B.

Cuando hay agua en un sistema de refrigeración se pueden formar dos clases de ácidos. Uno se llama ácido clorhídrico; y el otro, ácido fluorhídrico. Se forman cuando incluso una cantidad muy pequeña de agua se mezcla con el refrigerante de hidrocarburos. El refrigerante de hidrocarburos se compone de hidrógeno y carbono. En la siguiente lección podrá aprender más sobre los refrigerantes. Claro está, si se forman ácidos, el filtro-secador debe ser capaz de eliminarlos del sistema.

Los sedimientos se forman mediante la descomposición, si en el sistema hay agua o materias extrañas. Los sedimientos pueden tener una consistencia pegajosa o dura.

¿Qué clase de daño pueden causar el ácido y los sedimientos? El ácido puede ser causante de corrosión; o sea, que destruya el metal del sistema de refrigeración. Los sedimentos pueden provocar que el sistema se "atasque", impidiendo que fluya el refrigerante. Por sí sola, el agua puede ser causa de problemas mecánicos. Los daños que estas sustancias pueden causar van desde el congelamiento del dispositivo para control de flujo hasta la quema de los motores de los compresores herméticos.

Si el sistema tiene un compresor hermético, es muy importante evitar que le entre agua. En la lección anterior, aprendió usted acerca de los compresores herméticos. Un compresor es hermético cuando está soldado junto con su motor en el mismo bastidor. En tal caso, el refrigerante fluye en el motor y a su alrededor. El agua puede causar que el motor se descomponga, en cuyo caso se quema. Al quemarse el motor, las materias extrañas fluyen a través del sistema. El filtro-secador puede impedir que el motor se queme. No obstante, es posible que el agua siga penetrando en el motor y haciendo que se queme. En tal caso, el filtro-secador impedirá que las materias extrañas circulen por el sistema.

Para combatir estos problemas, los modernos filtros-secadores realizan las siguientes funciones:

- Eliminan el agua.
- Filtran los sólidos.
- Eliminan los ácidos.

Los filtros-secadores realizan su trabajo de dos formas: utilizan cedazos de malla muy fina y un deshidratante.

Los cedazos elimina los sólidos de tamaño pequeño, como las partículas de basura. Se conocen también como *coladores.* Por lo general, están hechos de metal. Hay tres tipos de filtros-secadores, que se mencionan enseguida:

- Filtros sellados de paso directo.
- Filtros oblicuos limpiables.
- Filtros en Y limpiables.

Los filtros de paso directo no se puden limpiar. Si se obstruyen, hay que reemplazarlos. Los otros dos tipos sí se puden limpiar. En la Figura 7-5 se muestran estos diversos filtros.

Lo más frecuente es que los sistemas de refrigeración tengan coladores en varios lugares, pues sirven para eliminar las costras y la herrumbre de los tubos, así como las virutas de metal. Cuando se utilizan solos, los coladores se pueden localizar en cuatro lugares:

- en la salida de la línea de líquido hacia el recipiente.
- en la entrada de la válvula de expansión,
- inmediatamente antes de las válvulas de solenoide,
- en el lado de entrada de la válvula del agua.

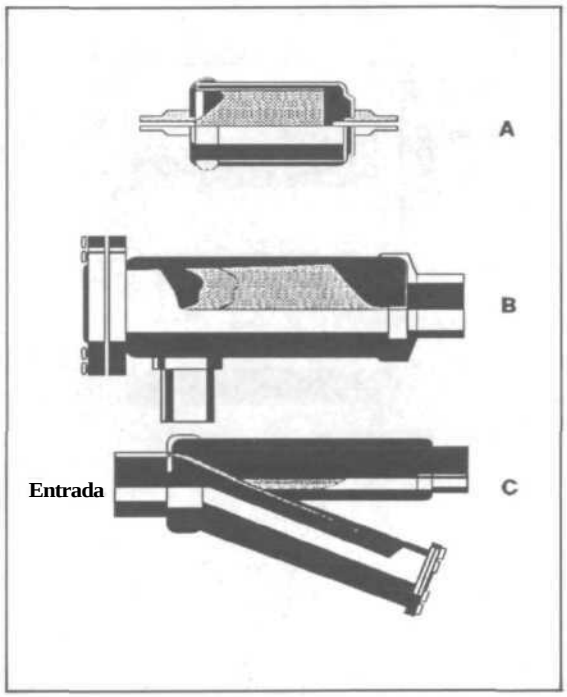


Figura 7-5. *(A)* Filtro sellado de paso directo, (B) Filtro oblicuo limpiable. (C) Filtro en Y limpiable.

Es conveniente que se coloque un colador delante de cada una de las válvulas del sistema. Esto evita que las materias extrañas se acumulen en los asientos de las válvulas. Cuando esto sucede, las válvulas no pueden funcionar. A veces, se colocan en serie varios dispositivos para control de flujo, en cuyo caso el colador los protege a todos.

Un *deshidratante* es una sustancia que puede eliminar la humedad de los gases, los líquidos y los sólidos. En otras palabras, absorbe la humedad. No debe poder absorber ni el refrigerante ni el aceite del refrigerante, tampoco debe ser absorbido por ellos.

El deshidratante también debe ser capaz de absorber el refrigerenate. O sea que, debe poder entrar en contacto con otras materias sin causar un cambio químico. Un deshidratante que transformara el refrigerante en ácido no serviría. Debe permitir que el refrigerante fluya a través de él sin transformarlo en otra cosa.

En otras palabras, el deshidratante debe actuar en forma muy parecida a como lo hace una esponja. Debe poder absorber mucha humedad, y hacerlo sin transformarse, o sin transformar el refrigerante o el aceite del refrigerante.

Para que pueda realizar su trabajo en el sistema de refrigeración, el deshidratante necesita tener también otras cualidades. Debe poder eliminar una determinada cantidad de humedad. Tiene que reducir el contenido de humedad a unas cinco partes por millón (ppm). Eso quiere decir que, de cada millón de partes del refrigerante, sólo cinco partes pueden ser humedad. En caso de que haya más humedad, el deshidratante no es el indicado para ese sistema de refrigeración.

El deshidratante debe tener la capacidad de eliminar cualquier humedad que se encuentre en el sistema, más la que se le agregue. Eso quiere decir que debe poder continuar eliminando la humedad durante un largo periodo. Tiene que eliminar la humedad de manera rápida y de una sola pasada. En la línea de líquido, tiene que realizar su trabajo de tal manera que la humedad no se congele en el dispositivo para control de flujo. En la línea de succión, debe evitar que la humedad penetre en el compresor, para que el motor no se queme.

La sustancia utilizada como deshidratante no debe ser afectada por el aceite del refrigerante. O sea que, debe poder absorber humedad cuando haya aceite. El deshidratante debe poder hacer su trabajo incluso a altas temperaturas, ya que debe trabajar a temperaturas de más de 50°C. Además, debe poder hacerlo después de haber estado guardado por largos periodos.

Para que pueda realizar su trabajo, el deshidratante debe tener la forma apropiada para el mismo. Los deshidratantes tienen las formas siguientes:

- de granulo,
- de pella,
- sólida.

Los granulos y la pella deben tener el tamaño adecuado para hacer el contacto debido con el refrigerante. No deben obstaculizar el flujo del refrigerante. También los deshidratantes sólidos deben dejarlo fluir libremente, y tener un buen contacto con él. Sin embargo, deben permitir que el refrigerante fluya a la velocidad apropiada. En caso de que el deshidratante restrinja el flujo, ha de hacerlo en forma muy limitada. Si causa alguna pérdida de presión, ésta debe ser muy ligera.

Como se aprecia, las funciones del deshidratante no son fáciles. A la mayoría de los deshidratantes moldeados se les da la forma de un bloque. Este bloque es sólido, pero deja que el refrigerante fluya fácilmente a través de él. Algunos deshidratantes moldeados se colocan en contenedores sellados. Cuando está dentro de una unidad sellada, todo el filtro-secador necesita ser reemplazado cuando el deshidratante se seca. Casi siempre, los granulos y las pellas se colocan en unidades selladas.

Existen algunos deshidratantes que se colocan en contenedores, pero que pueden ser reemplazados. La Figura 7-6 muestra la caja, o bastidor, de un filtro-secador (A), y el cartucho que puede ser reemplazado (B). El refrigerante entra por el punto (a) y sale por el punto (b). El punto (c) es el extremo de la caja, que permite retirar el cartucho.

El deshidratante se coloca en el cartucho, o núcleo, que es reemplazado si el deshidratante se gasta. Lo más frecuente es que haya dos núcleos. Unos resortes o unos pernos los mantienen en su sitio. Los núcleos se ajustan a un colador de acero inoxidable. La mayoría de las veces, los núcleos que se pueden reemplazar están hechos de un materia sólida, más bien que de granulos o pellas.

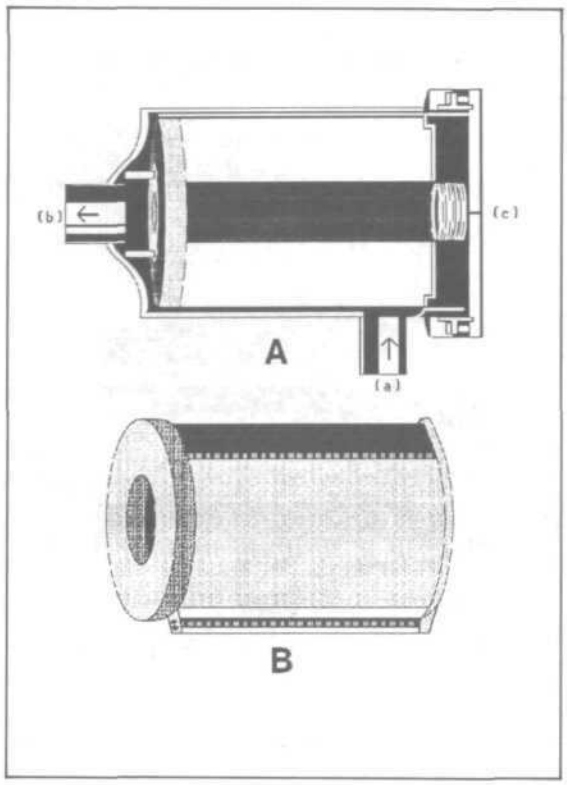


Figura 7-6. *(A)* Filtro-secador de caja. *(B)* Cartucho.

Estos son los deshidratantes más comunes:

- alúmina activada,
- sílice gelatinosa, (silica gel),
- agentes secadores de cedazos moleculares.

Estos se combinan de dos maneras. Una es una mezcla de cedazos moleculares y alúmina activada; la otra, de cedazos moleculares y sílice gelatinosa. Los cedazos moleculares son sustancias cuyas moléculas están arregladas para "atrapar" la humedad.

La sílice gelatinosa es un compuesto químico. Esto quiere decir que es una mezcla de dos o más elementos químicos. Cuando se hace, tiene una forma gelatinosa. Luego, al ser secada parcialmente, su superficie aumenta. Esta superficie se compone de unos tubos muy pequeños y finos, los

cuales absorben la humedad del refrigerante conforme pasa por el deshidratante.

Si se calienta la sílice gelatinosa, la humedad es liberada. Lo cual significa que es posible calentarla para que deje escapar la humedad, y volver a usarla.

La alúmina activada es una forma de óxido de aluminio. Tiene una estructura similar a la de la sílice gelatinosa, con unos tubos pequeñitos que absorben la humedad del refrigerante.

La superficie de estos dos deshidratantes es inmensa. En cambio, las moléculas del agua tiene un tamaño pequeño. De modo que, ambos deshidratantes pueden absorber y retener una gran cantidad de agua. Pueden absorber agua por el equivalente del 16% de su propio peso.

Estos dos deshidratantes funcionan mejor con refrigerantes de baja temperatura. Los refrigerantes de baja temperatura son los que se pueden convertir en gas a una temperatura baja. ¿Sabe usted por qué? Tomemos el caso de la sílice gelatinosa. ¿Qué sucede cuando es calentada? Libera agua. De modo que debe ser utilizada con refrigerantes que funcionan a temperaturas inferiores a aquella a la que la sílice gelatinosa libera humedad.

¿Qué sucede si el refrigerante funciona sólo a temperaturas más altas? Esa es una de las razones de que sea combinado con los cedazos moleculares. Hay filtros que pueden servir para una gran variedad de temperaturas y necesidades de secado. Simplemente, se necesita una cantidad correcta de deshidratante y los cedazos moleculares correctos.

Los filtros-secadores se clasifican según la cantidad de humedad que pueden manejar. Existen dos clases principales. Una se localiza en la línea de líquido y la otra en la línea de succión.

A continuación, veamos cómo se seleccionan los filtros.

El filtro-secador **para la línea de líquido**

En la línea de líquido, el refrigerante líquido se encuentra mezclado con aceite. A través de la línea deberían fluir sólo refrigerante seco y aceite seco y limpio. La función principal del filtro-secador es eliminar el agua de la línea. Además, elimina las pequeñas partículas de materias extrañas. O sea, que elimina cualquier sustancia que no sea refrigerante o aceite.

La Figura 7-7 muestra un filtro-secador para las líneas de líquido. Se llama filtro-secador convencional de paso directo.

Este filtro-secador es un cilindro. Es posible que esté hecho de latón, cobre o acero, y está lleno de un deshidratante. Por lo general, este deshidratante es alúmina activada o sílice gelatinosa.

Los dos extremos del cilindro contienen cedazos de malla muy fina, para filtrar los sólidos. Como puede ver, el refrigerante fluye hacia la entrada del filtro-secador. Ahí, es filtrado y secado. Luego vuelve a ser filtrado antes de que fluya hacia el exterior por la salida.

Los filtros-secadores de la línea de líquido también utilizan núcleos reemplazables. En la Figura 7-5 vio un ejemplo de ellos. Como sabe, en algunos sistemas se

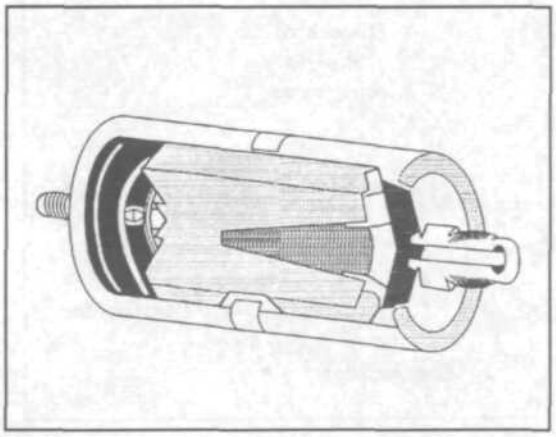


Figura 7-7. Filtro-secador convencional de paso directo.

utilizan varios filtros-secadores. En la Figura 7-4 vio un ejemplo de ellos.

Cómo seleccionar un filtro-secador para la línea de líquido

Cuando necesite escoger un filtro, conviene que piense en los factores mencionados a continuación:

- Tipo y cantidad de refrigerante del sistema.
- Tamaño del sistema, en términos de toneladas de refrigeración.
- Tamaño de la línea de líquido.
- Hasta dónde se pude permitir que baje la presión.

Una vez que se conocen estos factores, resulta bastante fácil seleccionar un filtro-secador para la línea de líquido. Los fabricantes de filtros publican tablas en las que se indica cuáles de sus productos son los apropiados para los diversos sistemas.

Ahora ya conoce usted qué es un filtro-secador para la línea de líquido, así como qué hace. También conoce cómo realiza su función. Ahora, es necesario que sepa dónde se coloca el filtro-secador de la línea de líquido. Observe la Figura 7-8.

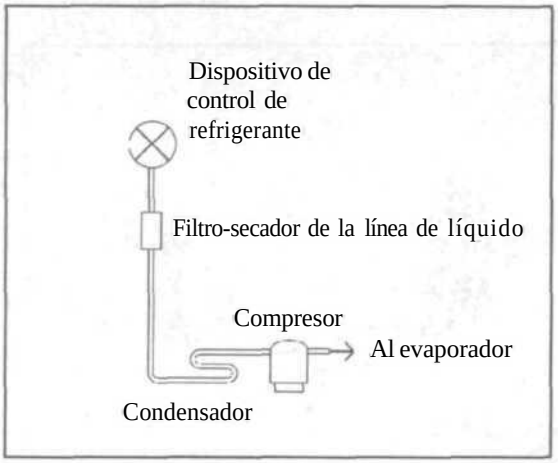


Figura 7-8. El filtro-secador de la línea de líquido es un accesorio muy importante.

Como puede ver, se encuentra en la línea de líquido, antes del dispositivo para control de flujo. Está colocado de manera que el refrigerante fluya por él primero y luego siga hasta el dispositivo para control de flujo. El filtro debe mantener el sistema de refrigeración libre de agua, ácidos y materias sólidas. Pero su función especial es impedir que el agua, los ácidos y los sólidos invadan el dispositivo para control de flujo, porque cualquiera de esas sustancias podría dañarlo. Y cuando el dispositivo se daña o se obstruye, el sistema de refrigeración no funciona. Unas veces no funciona debidamente, y otras simplemente no funciona. El filtro-secador de la línea de líquido es un accesorio, pero un accesorio vital.

El filtro-secador para la línea de succión

También el filtro de la línea de succión tiene la función de mantener limpio el sistema de refrigeración y proteger el compresor. Debe filtrar y secar el refrigerante, para eliminar el agua, los ácidos y las materias sólidas. A veces, el dispositivo de la línea de succión no es más que un filtro. Otras veces, cuando el compresor es de tipo hermético, el filtro lleva un secador.

La tarea principal del filtro-secador es reunir todas las materias extrañas, para que no se introduzcan en el compresor. Usted ya sabe lo que puede suceder cuando el agua se introduce en un compresor hermético. Daña el motor, y puede hacer que se queme. Entonces, los residuos pueden invadir todo el sistema. Los ácidos y las materias sólidas (como los sedimentos) también pueden dañar el compresor. Como usted sabe, el cilindro es una pieza muy pulida y muy bien terminada. Lo mismo ocurre con el pistón. Los ácidos y las materias sólidas pueden rayar estas piezas, y arruinarlas.

En vista de ello, los filtros para la línea de succión tienen un diseño especial, para

que filtren y detengan cualquier materia que sea mayor de cinco mieras. Una *miera* es la millonésima parte de un metro; o sea que es una medida sumamente pequeña. Algunas veces, el filtro va acompañado de un secador. Así, elimina del gas refrigerante, antes de que entre al compresor, toda la humedad y los ácidos.

¿Dónde se coloca el filtro-secador de la línea de succión? Se debe instalar entre el evaporador y el compresor, lo más cerca posible de este último. Además, debe ser instalado antes de que el sistema sea puesto en funcionamiento. La Figura 7-9 muestra la ubicación de este filtro-secador.

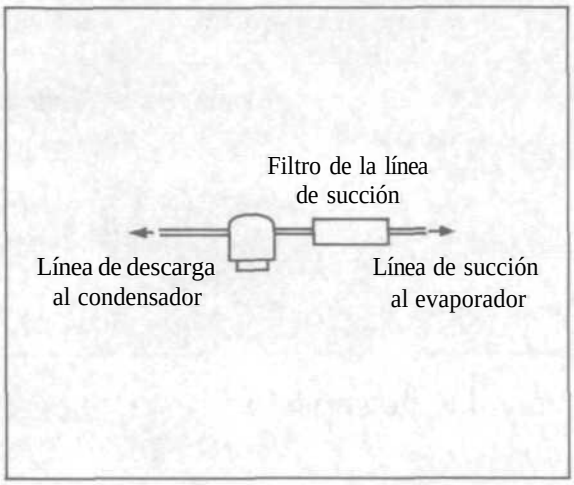


Figura 7-9. Ubicación del filtro-secador de la línea de succión.

Cómo seleccionar un filtro-secador para la línea de succión

Los fabricantes también publican tablas de estos dispositivos. Gracias a ellas, es fácil seleccionar el filtro-secador apropiado.

Pero, antes de que pueda seleccionarlo corectamente, necesita conocer los datos siguientes:

- El tipo de refrigerante utilizado en el sistema,
- el tamaño de la línea de succión,
- hasta dónde se puede permitir que baje la presión,
- el tipo de sistema (de refrigeración comercial o de aire acondicionado).

En caso de que en un sistema la presión baje, se debe reemplazar el filtro-secador de la línea de succión. Hay dos tipos principales de estos filtros. Uno es el filtro sellado de paso directo. Si este tipo de filtro se obstruye, toda la unidad debe ser reemplazada. En los del otro tipo, sólo hay que reemplazar el filtro. Se le llama *filtro oblicuo de núcleo reemplazable.*

Como podrá darse cuenta, como técnico de servicio tendrá mucho qué ver con los filtros-secadores. Y más todavía con las válvulas de servicio, que es el tema que trataremos después de que resuelva el siguiente ejercicio.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la columna de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Componente de los filtros-secadores que elimina los sólidos de tamaño pequeño. _____
2. Elemento de los filtros-secadores que elimina cualquier humedad del sistema de refrigeración. _____
3. Elemento donde se coloca el deshidratante. _____

a. cartucho o núcleo
b. filtro-secador para la línea de líquido
cedazos

4. Accesorio cuya función principal es eliminar el agua de la línea de líquido refrigerante. _____

5. Accesorio cuya tarea principal es reunir todas las materias extrañas, para que no se introduzcan en el compresor _____

d. filtro-secador para la línea de succión

e. deshidratante

Respuestas

1. c 2. e 3. a 4. b 5. d

Válvulas de servicio

Como su nombre lo indica, la única función de estos accesorios es hacer posible que se le dé servicio al sistema. Claro está, el servicio es una función vital. Las válvulas de servicio se utilizan:

- como un puerto para conectar el indicador de refrigeración,
- para verificar las presiones del sistema,
- para presurizar el sistema,
- para descargar el sistema,
- para cargar el sistema,
- para aislar partes del sistema.

En algunos casos, las válvulas de servicio son parte del sistema. Algunas veces las tendrá usted qué instalar al dar servicio a un sistema, lo cual se conoce como una instalación de campo. La mayoría de los compresores herméticos carecen de válvulas de servicio. En tal caso, es necesario instalar las válvulas de servicio para poder hacer el trabajo requerido. Algunos sistemas herméticos cuentan con uniones en las que se colocan las válvulas para realizar las tareas de servicio.

Casi todas las válvulas de servicio son manuales. Las válvulas de solenoide se pueden utilizar como válvulas de servicio. Como ya sabe, estas válvulas son conectadas y desconectadas por electricidad.

Casi todas las válvulas de servicio son de uno o dos sentidos. La válvula de un sentido tiene únicamente una abertura que se puede abrir o cerrar, mientras que la de dos sentidos tiene dos aberturas.

Las dos pueden estar abiertas, o sólo una puede estar abierta mientras la otra está cerrada. La válvula de dos sentidos trabaja en la forma siguiente: cuando está volteada totalmente en el sentido del reloj, corta el flujo del refrigerante. Cuando está volteada totalmente en el otro sentido, corta la carga, la descarga o la apertura del indicador. Cuando está parcialmente abierta, el refrigerante fluye por ambas aberturas.

Siempre que se abre una válvula por primera vez, es necesario "cuartearla". Esto quiere decir que, debe ser abierta entre una decimasexta y una octava parte del total. Esto evita la llamada presión de choque, o golpe de ariete, que es una acometida de la presión capaz de dañar los dispositivos y los indicadores. También puede desplazar grandes cantidades de aceite. Además, la presión de choque puede lesionar al técnico de servicio.

Hay tres tipos de válvulas de servicio: la de vastago, la de núcleo y la de injerto de línea, de las cuales ya vio usted unos ejemplos. Ahora hablaremos sobre ellas en forma más detallada. Luego veremos en qué sitios del sistema encuentran.

Válvulas de vastago

Las válvulas de vastago son parte permanente del sistema. Son válvulas manuales,

que a veces tienen volantes de maniobra en sus vastagos. La mayoría de las veces es necesaria una llave de tuercas para poder hacerlas girar. Los vastagos son de acero o de latón, mientras que el cuerpo es generalmente, de latón forjado a troquel. La válvula de vastago se rodea de empaquetadura. Una tuerca de ajuste de la empaquetadura evita que la válvula tenga filtraciones. Cuando se da servicio al sistema, se debe tener mucho cuidado para no dañar esta empaquetadura. También hay que cerciorarse de que el vastago esté limpio y liso, antes de hacer girar la válvula. Si el vastago de la válvula se encuentra sucio o rayado puede arruinar la empaquetadura.

En las válvulas de vastago hay tres posiciones, que se llaman: asentamiento delantero, asentamiento trasero y cuarteada, en la Figura 7-10 se muestran esas tres posiciones.

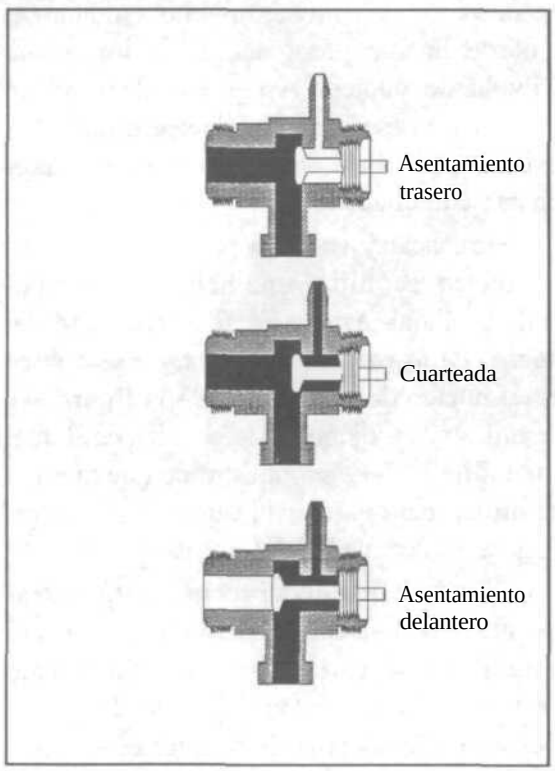


Figura 7-10. *(A)* Válvula de asentamiento trasero. *(B)* Válvula cuarteada. (C) Válvula de asentamiento delantero.

El asiento es una parte de la válvula, cuando está cerrada, la válvula presiona contra el asiento.

Cuando se hace girar el vastago en el sentido del reloj, hasta que se detiene, la válvula queda en asentamiento delantero. Esto hace que la válvula se cierre. En las válvulas que no son de tipo vastago, el asiento delantero forma parte de la válvula. Es la pieza que forma un sello con el fondo de la válvula cuando ésta se cierra.

Cuando se gira el vastago hasta el tope, en sentido contrario al reloj, la válvula queda en asentamiento trasero. Con esto se abre la válvula. Durante su operación normal, la válvula siempre está en la posición de asentamiento trasero.

Cuando en una válvula de vastago se hace girar el vastago entre media vuelta y una vuelta completa en el sentido del reloj, a partir de la posición de asentamiento trasero, la válvula se cuartea. Es muy frecuente que las válvulas estén cuarteadas cuando se le da servicio a un sistema de refrigeración.

No coloque en asentamiento delantero la válvula de servicio de descarga mientras el compresor está funcionando. Cuando el compresor está funcionando, extrae por bombeo el refrigerante de la válvula de descarga. Si se cerrara esa válvula, el compresor podría explotar. Cuando menos podría quedar averiado.

Válvulas de núcleo

Las válvulas de servicio con núcleo pueden ser parte permanente del sistema, o temporales. Si han sido instaladas en la fábrica, son permanentes. También pueden instalarse en sistemas que ya están funcionando. En ese caso, pueden ser permanentes o temporales.

Usted empleará con frecuencia este tipo de válvula para tener acceso a un sistema hermético. Como usted sabe, en los siste-

mas herméticos el compresor y el motor están soldados en el mismo compartimiento. Estas válvulas tienen un aspecto muy semejante a los pivotes de las válvulas que se usan en llantas de automóvil. Se les llama también *válvulas Schrader*. En la Figura 7-11 se muestra una válvula de núcleo que se utiliza para instalar líneas de servicio en un compresor hermético.

En la válvula de núcleo que aquí se ilustra, se ha montado un accesorio de línea de servicio. En estas condiciones, un alfiler presiona el vastago del núcleo de la válvula, obligándolo a descender. Con esto el sistema queda abierto para darle servicio, con lo cual el técnico puede tener acceso al compresor hermético.

En algunos casos, las válvulas de núcleo pueden acoplarse al sistema por medio de una rosca. Es decir, la válvula de servicio se fabrica en forma especial para acoplarse al sistema. En ese caso, basta con atornillarla en la abertura dispuesta con ese propósito. De este modo, se pueden realizar los trabajos de servicio. Otras válvulas de núcleo se sueldan a la tubería o se fijan en ella por medio de sujetadores.

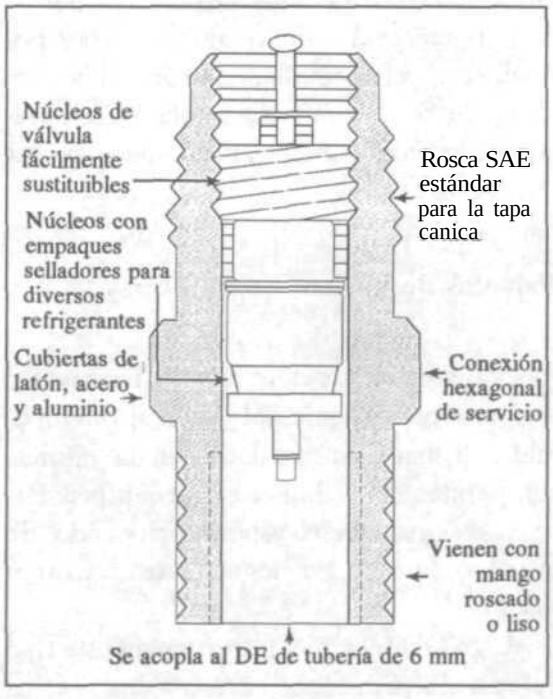


Figura 7-11. Vista interior de la válvula de núcleo.

Las válvulas de núcleo no tienen un vastago que permita cerrarlas. Tienen una tapa que les sirve como sello primario. Vuelva a colocar siempre la tapa de las válvulas de núcleo cuando termine usted su trabajo de servicio.

El sello secundario es el núcleo de la válvula. Es indispensable oprimirlo o quitarlo para realizar trabajos de servicio. En ciertos tipos de servicio, el núcleo se oprime. Un ejemplo de esto son los casos en que se instala un calibrador para medir la presión. En otros tipos de servicio, la válvula de núcleo se retira. Cuando termina el trabajo de servicio, la válvula de núcleo se vuelve a instalar.

Siempre que una válvula de núcleo está oprimida, existe presión. Esto significa que el refrigerante o el aceite puede salir a borbotones, se debe tener mucho cuidado al quitarle la manguera del indicador a una válvula de núcleo. Asegúrese de usar un trapo y ponerse anteojos de seguridad. Así evitará quemarse con el refrigerante y mancharse con el aceite.

Para sacar y volver a poner las válvulas de núcleo, se utiliza una herramienta especial. Se llama *extractor de cambiador del núcleo de la válvula de acceso, y* se coloca en el núcleo de la válvula. En la figura 7-1 se muestra un ejemplo de esta herramienta. En la Figura 7-12 se muestra de qué manera se utiliza para extraer el núcleo y sacar refrigerante por medio del bombeo.

Como se puede apreciar, esta herramienta tiene una caña bastante larga, la cual se utiliza para extraer y cambiar el núcleo de la válvula. La razón principal de que se saque el núcleo es la de limpiar el sistema. Cuando haga usted este trabajo, procure que las uniones y las líneas de vacío sean del mayor tamaño posible.

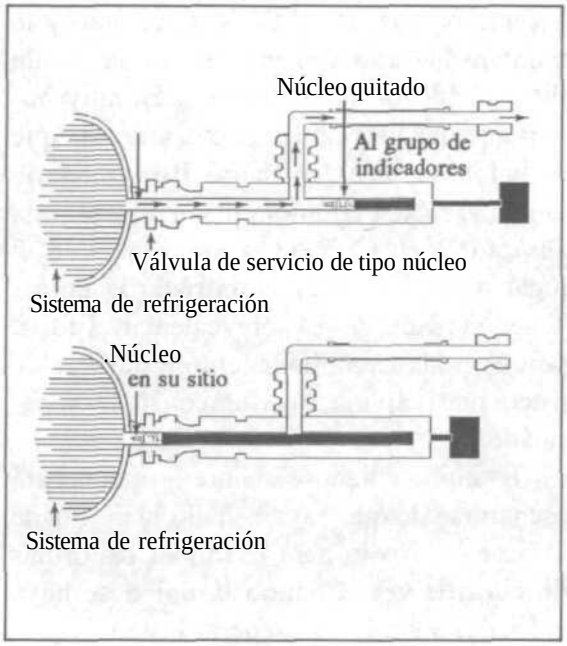


Figura 7-12. Después de quitarle el núcleo a la válvula, el refrigerante se puede eliminar rápidamente del sistema.

Válvulas de injerto de línea

Las válvulas de este tipo se conocen también como *válvulas perforadoras.* Constituyen una manera generalizada de lograr el acceso a un sistema hermético que no tiene ni válvulas de núcleo ni uniones para válvulas. Es posible que dicho sistema hermético tenga un tubo de proceso, que es un tubo de corto tamaño conectado con la cúpula del sistema hermético. Para darle servicio, se le puede conectar una válvula de injerto de línea.

Las válvulas de injerto de línea se pueden montar en el tubo de proceso, en la línea de succión o en la línea de descarga. Hay dos tipos de válvulas de injerto de línea:

- Sujetas con pernos.
- Soldadas.

Las válvulas que van soldadas utilizan dos tornillos de cabeza hueca, y un sello hecho de un compuesto especial. Hay válvulas de distintos tamaños, que ajustan con todos los tamaños de tubos. Antes de atornillar la válvula de injerto de línea, cerciórese de que el tubo esté recto y redondo, y limpíelo cuidadosamente.

Póngale un poco de aceite refrigerante y tenga cuidado de no rayarlo. Asegúrese de que el tubo no esté abollado. Compruebe que haya espacio suficiente para trabajar en la válvula, así como para conectar la tubería de servicio.

Después, compruebe que la rondana del sellado esté en su sitio, y que la aguja perforadora esté replegada hasta su máximo. Luego ponga la válvula en la tubería. Apriete los pernos con cuidado y en forma pareja.

Lo más frecuente es que las válvulas de injerto de línea que se sujetan con pernos se dejen en el sistema. Para llegar a la válvula de injerto de línea se utiliza una válvula de unión. En la figura 7-13 se muestran estos tipos de válvulas.

La soldadura es un método para unir metales, y en ella se emplea otro metal sin contenido de hierro. Dicho metal se coloca entre las piezas metálicas que se van a unir y se calienta hasta que se funde. Su punto de fusión es de por lo menos 427°C. Cuando se enfría, une a las dos piezas metálicas. Así es como se unen a los tubos las válvulas soldadas.

¿No es peligroso que se aplique un calor de más de 400°C tan cerca del refrigerante? No. Ni la línea de succión ni la línea de descarga llevan líquido. Claro está que este tipo de válvula no se utiliza en una línea de líquido. Asegúrese de que no haya ninguna cosa inflamable cerca del punto de la soldadura. También cerciórese de que no haya cerca uniones de soldadura blanda, porque se podrían fundir al soldar la válvula en la tubería.

También en este caso, necesita cerciorarse de que el tubo sea recto y redondo, y de que no tenga abolladuras. Quite de la

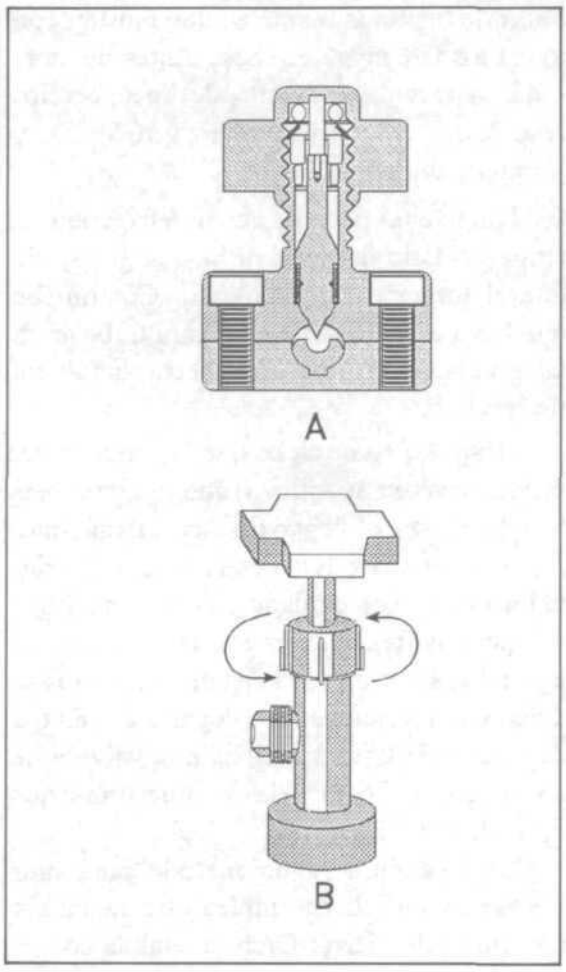


Figura 7-13. *(A)* Válvula de injerto de línea, sujeta con pernos, (B) Válvula de unión.

montura la aguja perforadora y la junta. Compruebe que la montura de la válvula, así como el tubo, estén limpios. Para ello, frótelos con un papel esmerilado nuevo, o con estopa de acero.

En caso de que utilice una varilla de cobre, necesitará fundente *(flux).* El fundente es una sustancia química que facilita la fusión y hace que el metal con el que se forma la soldadura se caliente y se extienda apropiadamente. Ponga fundente limpio en las orillas externas de la montura, o si prefiere, utilice una varilla llenadora de cobre fosforoso. Esta varilla no necesita fundente, ya que el fósforo hace lo mismo que éste.

A continuación, coloque la montura en el tubo. Asegúrese de que tiene espacio suficiente para trabajar. Caliente el tubo y la montura hasta que el material de la varilla fluya alrededor de la montura. Es muy importante que ésta no se mueva antes de que la unión se haya enfriado. Para sujetarla mientras suelda la unión, puede utilizar una abrazadera en C. Deje la abrazadera en el lugar hasta que se haya enfriado la unión. Tenga cuidado de no sobrecalentar el tubo, porque podría estallar. Siempre que suelde usted una válvula, use anteojos de seguridad.

Examine cuidadosamente la unión para asegurarse de que haya sellado bien. Puede utilizar un espejo para examinar las orillas difíciles de ver. Cuando la unión se haya enfriado, quite la abrazadera. Instale la junta y la aguja perforadora. Luego, con uno de los accesorios de las válvulas de servicio puede llegar a la válvula de injerto de línea. En la Figura 7-14 se muestra una vista interior de una válvula que ha sido soldada.

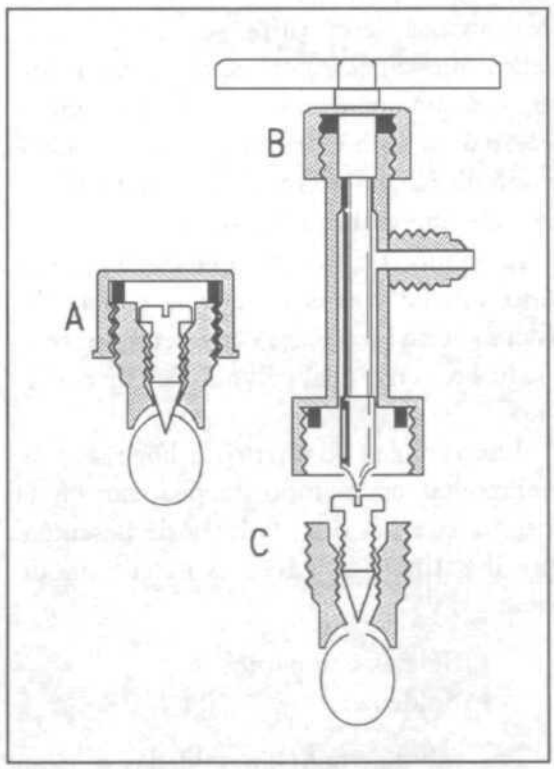


Figura 7-14. Vista interior de *(A)* una válvula soldada, (B) accesorio de la válvula y (C) válvula soldada.

También se muestra la válvula colocada en el tubo y el accesorio de la válvula. La válvula soldada queda como una parte permanente del sistema, en tanto que el accesorio se quita una vez que se ha terminado el servicio. Así, el sistema queda protegido contra interferencias de extraños.

Ahora que ya conoce usted las diversas válvulas de servicio, veremos en qué partes del sistema se utilizan. También trataremos un poco sobre cómo se utilizan. Todo esto lo estudiará más ampliamente en lecciones posteriores.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V si considera verdadera la afirmación, o la letra F si la considera falsa.

1.	Las válvulas de vastago son parte permanente del sistema de refrigeración.	F	V
2.	Las válvulas de injerto de línea se conocen también como válvulas perforadoras.	F	V
3.	Para llegar a la válvula de injerto de línea se utiliza una válvula de vastago.	F	V
4.	Dentro del proceso de soldadura, el fundente es una sustancia química que facilita la fusión.	F	V
5.	Para efectuar la soldadura con varilla llenadora de cobre fosforoso, se debe utilizar mucho fundente.	F	V

Respuestas

1. V 2. V 3. F (Se utiliza una válvula de unión.) 4. V 5. F (Esta varilla no necesita fundente, ya que el fósforo hace lo mismo que éste.)

Válvulas de servicio del compresor

Ya aprendió usted bastante sobre los compresores herméticos. Vamos a reunir lo estudiado, y a revisarlo. Antes que otra cosa, es posible que un compresor tenga cualquiera de los tipos de válvulas que hemos estudiado. Sin embargo, los compresores herméticos no tiene válvulas de vastago. La mayoría no tiene válvulas de servicio, pero si la tienen, son del tipo de núcleo. Si tienen válvulas de núcleo, ¿que clase de herramienta se necesita para darles servicio? Así es, se necesita una herramienta de acceso.

Es posible que un comrpesor hermético tenga uniones en las que encajen las válvulas de servicio. Con frecuencia, tendrá que instalar válvulas de servicio para poder trabajar en el sistema. ¿Cuáles son las que se pueden instalar? Así es, válvulas de núcleo, válvula sujetas con pernos y válvulas soldadas. ¿En qué partes se instalan? Si contestó que en la línea de succión y las líneas de descarga, está en lo correcto. O sea, que se instalan a cada lado del compresor. Como se comprende, de este modo el compresor queda aislado del resto del sistema.

Las válvulas de servicio se pueden colocar también en el tubo de proceso. Después de haber instalado las válvulas de servicio en el compresor, se pueden efectuar los trabajos de servicio mencionados a continuación:

- Verificación de las presiones internas.
- Descarga del sistema o recarga del refrigerante.
- Evacuación del sistema.
- Sustitución de los secadores, los motores de los compresores, los evaporadores y los controles de refrigerante.
- Recarga del sistema.

Claro está que no sólo los compresores de tipo hermético necesitan servicio. Es más fácil lograr el acceso a los otros tipos de compresores. ¿Por qué? Porque casi siempre tienen válvulas de servicio. Los compresores que tiene válvulas de servicio le ahorran tiempo al técnico.

Sea que se instalen en la fábrica o en el lugar de operación, estas válvulas son del tipo de asentamiento trasero. Lo cual quiere decir que se les forma un sello, lo mismo que a las válvulas de asentamiento delantero. Si la válvula está en posición de asentamiento delantero, detiene el flujo del refrigerante. En condiciones normales de funcionamiento, se puede dejar abierta. Cuando está en posición de asentamiento trasero, se le puede quitar el tapón del puerto sin que se escape el refrigerante. Esto es lo que se debe hacer para conectar un manómetro y comprobar la presión.

Válvulas de servicio de la unidad condensadora

Muchas unidades condensadoras están equipadas con válvulas de servicio, sea de uno o de dos sentidos. Algunas de estas válvulas son muy grandes. La razón es que, las líneas de líquido tienden a ser de mayor tamaño que las líneas de succión. La válvula receptora de servicio es a veces conocida como *válvula rey o válvula real.* Es una válvula de vastago que se localiza en la salida del colector de líquido. Algunas unidades condensadoras muy grandes tiene muchas válvulas de servicio. Puede suceder que tengan un juego de válvulas para la instalación y otro juego para el trabajo de servicio. Muchas de ellas llevan una válvula entre el condensador y el colector de líquido. Algunas sirven entre las conexiones de los indicadores. Finalmente, hay algunas unidades condensadoras que utilizan válvulas de núcleo para el servicio.

Válvulas de paso para servicio

Existe una válvula de servicio de otro tipo. Cuando se instalan válvulas de paso en los lugares apropiados, se puede aislar cualquier parte del sistema. Si se trata de un sistema múltiple, se puede aislar un sistema de otro. En los sistemas múltiples, varios evaporadores están conectados con un condensador.

Las válvulas de paso están hechas para evitar los escapes. Las hay de dos tipos: con y sin empaquetadura. Tratándose de válvulas pequeñas, se prefieren las que no tienen empaquetadura.

Otro tipo de válvula de paso es la *válvula de elevación.* No es propiamente una válvula de servicio, sino que se útil iza como una manera de armar un sistema de líneas. Sin embargo, puede ser utilizada para trabajos de servicio.

La válvula de elevación es una válvula de vastago, de tres sentidos, que puede colocarse en la línea de líquido o en la línea de succión. Las líneas de refrigerante pueden conectarse con cada una de sus tres aberturas. Dos de estas aberturas están alineadas una con otra, mientras que la tercera se encuentra en ángulo recto con respecto a las otras. En la Figura 7-15 se muestra una instalación con una válvula de elevación.

Las válvulas de paso para servicio y las válvulas de elevación se utilizan para dar servicio a las líneas y para efectuar un bombeo descendente. Facilitan el servicio, porque aislan partes del sistema. Si se cierra un poco

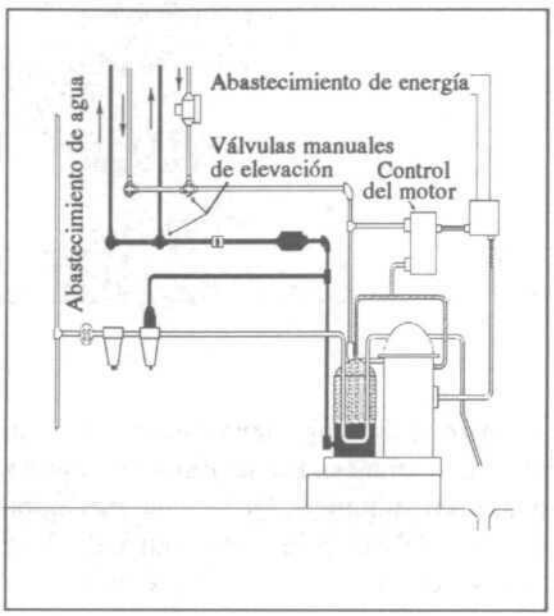


Figura 7-15. Instalación de válvulas de paso para servicio.

la válvula manual, se cierran las dos líneas que pasan por ella. Si se cierra completamente, se cierran las tres líneas. Estas válvula se utilizan tanto en las líneas de líquido como en las líneas de succión. Cuando se cierran las líneas, se pueden instalar las válvulas de servicio y otros dispositivos.

Cuando se aprisiona el refrigerante en la parte alta, se reduce el nivel. La parte alta es la parte del sistema de refrigeración que contiene refrigerante a alta presión. El refrigerante se encuentra a alta presión en el compresor, el condensador y el colector de líquido. Para reducir el nivel, la válvula de la línea de líquido, o la válvula rey, se coloca en posición de asentamiento delantero. En otras palabras, se cierra. ¿Qué se debe hacer primero? Apagar el motor del compresor.

En lecciones posteriores estudiará algo más sobre las válvulas de servicio. Lo que ha aprendido hasta ahora le servirá como una base para los estudios más detallados. Podrá aprender más fácilmente acerca de estas válvulas, porque ahora tiene una buena base.

En esta lección le hemos proporcionado más conocimientos básicos que necesitará en su trabajo como técnico en refrigeración y aire acondicionado. Estudíelos cuidadosamente. Para obtener buenos resultados, necesita conocer toda esta información. ¡Y la razón de que esté usted tomando este curso es que desea los buenos resultados y el éxito!

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la columna de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Accesorios de un sistema de refrigeración que se instalan en la línea de succión y en la línea de descarga. _____
2. Válvula de servicio de uno o dos sentidos que se instala en el condensador. _____
3. Tipo de válvula de vastago que se localiza a la salida del colector de líquido. _____
4. Válvula de vastago de tres sentidos que puede colocarse en la línea de líquido o en la línea de succión. _____

a. válvula rey
b. válvulas de servicio
c. Parte alta
válvula de la unidad condensadora
e. válvula de elevación

5. Parte del sistema de refrigeración que contiene refrigerante a alta presión. _____

Respuestas

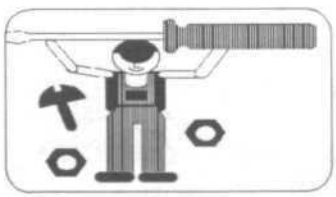
1.b 2.d 3.a 4.e 5.c

Resumen

Las válvulas de solenoide se pueden usar como válvulas de servicio. Además, se usan para evitar el estancamiento en el compresor, controlar la temperatura y regular los niveles de refrigerante.

Las válvulas de retención se aseguran de que el refrigerante fluya únicamente en la dirección en la que debe ir. Se usan para proteger los evaporadores, los condensadores y los dispositivos de control de flujo.

Los filtros-secadores se pueden colocar tanto en la línea de succión como en la línea de líquido. En la línea de succión, mantienen fuera del compresor la humedad y las materias extrañas. En la línea de líquido, mantienen la humedad y las materias extrañas fuera del dispositivo de control de flujo. La humedad es la sustancia que más daños causa al sistema de refrigeración. Las materias extrañas también lo dañan. Los filtros-secadores protegen al compresor y al dispositivo de control de flujo. Conservan fresco y seco al sistema. Las válvulas de servicio facilitan grandemente el trabajo del técnico de servicio. Hacen que el sistema funcione mejor porque permiten que el técnico le dé servicio. Permiten que resuelva los problemas y, también, que los prevenga.



Tareas prácticas

Seccionado de un filtro-secador

Materiales que usted necesitará

- Un filtro-secador que no sirva
- Un arco con segueta

Información previa

El filtro-secador casi siempre se encuentra en la línea de líquido. A causa de que el volumen de líquido es mucho más pequeño que el de gas, puede utilizarse un secador de menor tamaño, que es menos costoso. También el aparato de medición se protege

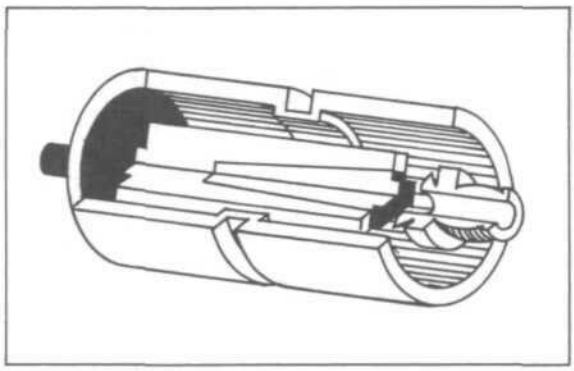
de partículas sólidas cuando el filtro está en esta posición.

Dos importantes hechos deben notarse con respecto a los secadores. El primero es que deben reemplazarse cuando el desecante se satura. El segundo es que crean cierta caída de presión. Por ello, deben dimensionarse apropiadamente para evitar excesiva caída de presión con la respectiva evaporación.

Lo que usted deberá hacer

1. Deberá acudir a algún taller o empresa que se dedique al mantenimiento de equipos de refrigeración o aire acondicionado comercial e industrial, y obtener un filtro-secador de desecho, de los que ellos quitan para reemplazo.

2. Fije el filtro-secador en un tornillo de banco y con el arco y segueta secciónelo a 90° (en ángulo recto) como se muestra en la figura.



3. Observe el interior e identifique su construcción para que comprenda mejor sufuncionamiento.

Conclusiones

Una de las mejores formas de aprender algo es observándolo directamente. Así que mucho le ayudará en el entendimiento de cómo funciona un filtro-secador, el trabajo que acaba usted de realizar. No lo deseche, guárdelo y mucho le ayudará en sus estudios posteriores.

-y después, ¿qué sigue?

¿Qué propiedades tienen los productos químicos que circulan por las tuberías? ¿Todos los productos químicos son iguales, o unos son mejores que otros? ¿Cuáles son los mejores refrigerantes? Las respuestas a todas estas emocionantes preguntas las encontrará en la siguiente lección, que trata sobre los *refrigerantes y* los *aceites de refrigeración.*

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso. Escoja una sola respuesta para cada pregunta. Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matricula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. **Para darle servicio al compresor, se pueden instalar válvulas de injerto de línea en la línea de succión, en la línea de descarga, o en**

   a. el tubo de proceso.
   b. el colector de líquido.
   c. el filtro-secador.
   d. la línea de líquido.

2. **Las válvulas de paso para servicio y las válvulas de elevación se utilizan para bombear, o sea para**

   a. evacuar el sistema.
   b. cargar el sistema.
   c. atrapar el refrigerante en el compresor, el condensador y el colector de líquido.
   d. atrapar el refrigerante en el dispositivo para control del flujo, el evaporador y la línea de succión.

3. **Las válvulas de solenoide se operan con**

   a. la mano.
   b. aire.
   c. agua.
   d. electricidad.

4. **La válvula de retención permite que el refrigerante fluya en**

   a. dos sentidos.
   b. un sentido.
   c. cuatro sentidos.
   d. tres sentidos.

5. **Los sedimentos de un sistema de refrigeración se forman mediante la descomposición, si en el sistema hay agua o**

   a. aceite.
   b. aire.
   c. materias extrañas.
   d. refrigerante.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón, correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección **L407**

6. **En los sistemas de refrigeración se instalan coladores para eliminar las costras y**

   a. la humedad.
   b. el aceite.
   c. el agua.
   d. la herrumbre de los tubos.

7. Existen dos clases de filtros-secadores. **Una** se **localiza en la línea de líquido y la otra en**

   a. la línea de succión.
   b. la línea de descarga.
   c. el compresor.
   d. el condensador.

8. **Al seleccionar un** filtro-secador **para la línea de líquido, conviene** considerar **el tipo y la cantidad de refrigerante, el tamaño del sistema, el tamaño de la línea de líquido y**

   a. la capacidad del compresor.
   b. la capacidad del condensador.
   c. la presión, hasta dónde se puede permitir que baje.
   d. la capacidad del evaporador.

9. **En una válvula de vastago, el vastago es de acero o de latón, mientras que el cuerpo es, generalmente, de**

   a. acero forjado.
   b. latón forjado a troquel.
   c. acero laminado.
   d. bronce vaciado.

10. **La válvula receptora de servicio o válvula rey se instala a la salida del**

    a. compresor.
    b. evaporador.
    c. condensador.
    d. colector de líquido.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. Aceite refrigerante....5
3. Los refrigerantes y sus nombres químicos....8
4. Refrigerantes y claves de color para los cilindros....12
5. Los refrigerantes y sus aplicaciones....15
6. Las características de un refrigerante....20
7. La tabla de temperatura y presión....21
8. Resumen....22
9. Tareas prácticas....23
10. Examen., ...25

Refrigerantes y aceites de refrigeración

L408 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Aceite refrigerante, 5
Lo que hace un buen aceite refrigerante, 7

Los refrigerantes y sus nombres químicos, 8
Refrigerantes de la clase I, 9
R-717 Amoníaco (NH3), 10
R-ll Tricloromonofluorometano (CCl3F), 10
R-12 Díclorodifluorometano (CCI2F2), 10
R-22 Monoclorodifluorometano (CHCIF2), 11
R-500 Refrigerante 500, 11
R-502 Refrigerante 502, 11
Refrigerantes de la clase II, 11
Refrigerantes de la clase III, 12

Refrigerantes y claves de color para los cilindros, 12
Tambores de almacenamiento, 13
Cilindros de servicio retornables, 14
Cilindros de servicio desechables, 14
Clave de colores, 15

Los refrigerantes y sus aplicaciones, 15
R-717, 16
R-ll, 17
R-12, 17
R-22,18
R-500,18
R-502, 19

Las características de un refrigerante, 20
No tóxico, 20
No inflamable, 20
No explosivo, 20
No corrosivo, 20
De baja temperatura de ebullición, 20
Químicamente estable, 21
Fácilmente mezclable con aceite, 21

La tabla de temperatura y presión, 21

Resumen, 22

Tareas prácticas:
Seguridad personal en el manejo de los refrigerantes, 23

Examen, 25

Introducción

Los refrigerantes son un elemento vital de los sistemas de refrigeración. El refrigerante es la parte del sistema que absorbe el calor del material que se desea enfriar. El sistema no podría enfriar sin el refrigerante; por lo tanto, es una parte básica del sistema. Usted, como técnico de servicio, necesita saber mucho de los refrigerantes y qué es lo que hace un buen refrigerante.

Por otro lado, y en virtud de que trabaja muy estrechamente con el refrigerante, necesita conocer lo relacionado con este tipo de aceites. Es necesario conocer cuáles son las cualidades que debe poseer un aceite lubricante para ser empleado en la industria de la refrigeración y el aire acondicionado. Necesita saber cómo trabajan, estrechamente relacionados, el aceite y el refrigerante en un sistema de refrigeración.

También es necesario que conozca los términos que usan las personas cuando hablan de los refrigerantes. La mayoría de ellos tienen tres nombres: uno comercial, uno químico y uno de fórmula. Usted utilizará en su trabajo el nombre comercial, pero es importante que también conozca el nombre químico.

También es conveniente que conozca cómo están constituidos los refrigerantes, y por ello que aprenda sobre los halógenos y los haluros.

Los refrigerantes se almacenan para su manejo en recipientes de diferentes capacidades que, para identificar el refrigerante que contienen, siguen un código de colores. Es preciso que usted se familiarice con este código.

Figura 8-1. Los cilindros de refrigerante se identifican por medio de una clave de colores, para ayudar a reconocer qué refrigerante contienen.

En esta lección conocerá todo esto, así como el tipo de refrigerante que se utiliza, tanto para refrigeración como para aire acondicionado. Además, conocerá como leer la tabla de temperatura-presión.

Como siempre, le recomendamos que ponga cuidado en el estudio de su lección y trate de obtener el mayor provecho.

Definiciones y descripciones

Por ahora, usted sabe cuánto ayuda comenzar una lección aprendiendo algo sobre los términos que usaremos. Ya sabe mucho acerca de algunos de estos términos. Pero algunos de ellos serán nuevos para usted. Solamente trate de adquirir una idea de cada término. Conforme avance en la lección, cada término tendrá más significado para usted. Después lea de nuevo esta sección antes de hacer el examen. Le sorprenderá la cantidad de datos que cada término lleva a su memoria.

ACEITE REFRIGERANTE *(refrigerant oil).* Esta es una clase especial de aceite. Está deshidratado. Esto significa que se ha extraído la mayor cantidad posible de agua del mismo. Usted sabe porqué se debe usar esta clase de aceite. El agua, en un sistema de enfriamiento, puede producir más daños que ninguna otra sustancia. El aceite refrigerante se usa en un sistema de enfriamiento por dos razones.

Lubrica el compresor y su motor. También enfría estas unidades.

CILINDROS PARA REFRIGERANTES *(refrigerant cylinder).* Esta es una clase de recipiente que tiene la forma de un cilindro. Algunas veces recibe el nombre de *tambor*. La Figura 8-2 ilustra los tipos de tambores para refrigerantes.

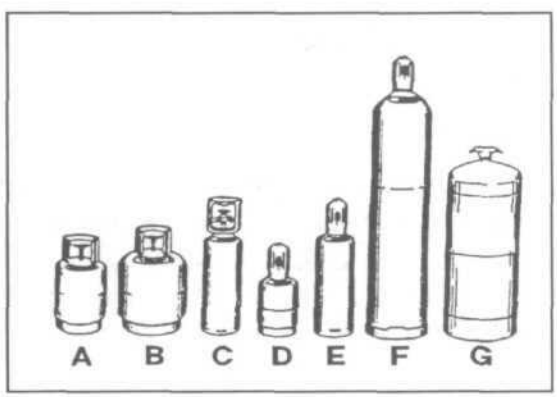


Figura 8-2. Tambores (A a E) Tambores de servicio comunes. (F) Tambor de almacenamiento. (G) Cilindro desechable.

El refrigerante se adquiere y se distribuye en estos tambores. Como puede usted ver en la Figura 8-2, existen tres tipos de tambores para refrigerante. El refrigerante se surte desde un tambor de almacenamiento a uno de servicio. Algunos tambores de servicio se pueden devolver para relleno. El tipo desechable se descarta. Esto significa que realmente se debe desechar. Nunca trate de recargar un tambor desechable.

FLUOROCARBONO *(fluorocarbon).* Este es un compuesto refrigerante. En este caso, "compuesto" es un término químico. Significa que dos o más sustancias se combinan químicamente. Usted aprendió lo que quiere decir esto en la lección anterior. Significa que se forma una sustancia nueva. En este caso, la sustancia nueva está compuesta por uno o más átomos de carbono y flúor.

HALÓGENO *(halogen).* Esta es una sustancia formada por un grupo de elementos químicos, que incluye los que se enumeran a continuación:

cloro
bromo
yodo
flúor

La sustancia química más activa del grupo es el flúor. Todos los halógenos que usted conocerá en esta lección son fluorocarbonos.

MEZCLAS AZEOTROPICAS *(azeotropic mixtures).* Estas son mezclas de refrigerantes de haluro. También son freones. Los refrigerantes de haluro se mezclan para formar un refrigerante. Los cuatro refrigerantes azeotrópicos que se usan comúnmente son:

R-500: 73.8% de R-12 y 26.2% de R-152a
R-502: 48.8% de R-22 y 51.2% de R-115
R-503: 41.1% de R-23 y 59.9% de R-13
R-504: 48.2% de R-32 y 51.8% de R-115

Estos refrigerantes son mezclas, no compuestos. No constituyen una sustancia nueva cuando se combinan. Los refrigerantes se mezclan para obtener un refrigerante que se comporte de cierta manera. El R-502 es una mezcla común. Lo mismo es el R-500.

Estos refrigerantes están patentados. El procedimiento para mezclarlos es complicado. Como técnico de servicio, nunca trate de formar sus propias mezclas.

REFRIGERANTES *(refrigerants).* Como usted sabe, éstos también se conocen como enfriadores. Un refrigertante es cualquier sustancia que produce un efecto de enfriamiento. Esto lo hace al absorber calor cuando se evapora.

Tal vez usted mismo pueda definir el término "refrigerante".

Usted sabe cómo produce un refrigerante el efecto de enfriamiento. Cambia el estado de la materia. Se transforma de un líquido en un gas. Después vuelve de nuevo a la forma líquida. La Figura8-3 le recuerda los cambios que sufre el refrigerante cuando fluye a través de un ciclo de enfriamiento. En lecciones anteriores aprendió todo lo relacionado con estos cambios.

¿En dónde pasa el refrigerante del estado líquido al gaseoso? En el evaporador. El refrigerante líquido absorbe calor sensible hasta que hierve. Después, a medida que se transforma en un gas, absorbe el calor latente. Un refrigerante absorbe calor a una temperatura baja y cede calor a una temperatura alta. ¿En qué parte del sistema de enfriamiento cede calor el refrigerante? En el condensador. ¿Qué ocurre allí? El refrigerante cambia su estado material. Se transforma nuevamente de vapor en líquido. Entonces, queda listo para reiniciar su ciclo a través del sistema.

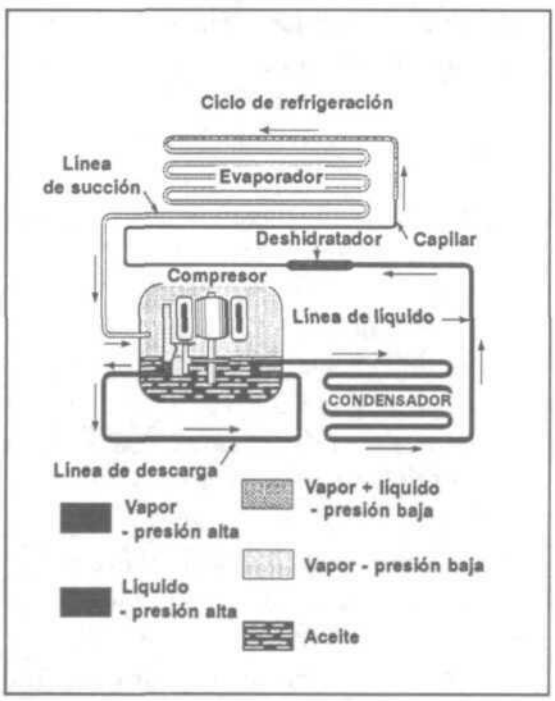


Figura **8-3.** El refrigerante se transforma de líquido a gas y, nuevamente, en líquido al fluir por el sistema.

REFRIGERANTES DE HALURO *(halide refrigerants).* Estos refrigerantes contienen sustancias químicas halogenadas. Es decir, constan de flúor, cloro, bromo o yodo. *Freón* es el nombre comercial de todo un grupo de refrigerantes dehaluro. Los refrigerantes de freón son mezclas artificiales de halógenos. El freón es uno de los factores principales del enorme desarrollo de la industria en la cual está usted ingresando. Es un producto muchísimo más seguro que los refrigerantes que se usaron al inicio de esta actividad. Además, trabaja tan bien como aquéllos o mejor.

TEMPERATURA AMBIENTE *(ambient temperature).* El término "ambiente" significa "lo que rodea por todos lados". Por lo tanto, la temperatura del aire que rodea alguna cosa por todos lados es su temperatura ambiente. Será importante conocer esta temperatura cuando usted aprenda cómo tomar las presiones. Necesita saber la temperatura del aire que enfría el condensador. Si sabe esto, puede calcular la presión del lado de alta presión.

Aceite refrigerante

Como mencionamos en lecciones anteriores, el aceite se mueve a través de un sistema de refrigeración conjuntamente con el refrigerante. Es una cantidad muy pequeña de aceite. Debe estar allí, pero puede causar problemas. Es necesario lubricar y enfriar las partes movibles del compresor. Los problemas que puede originar se explicarán según avancemos en esta lección.

El aceite que se usa en los sistemas de refrigeración debe cumplir ciertas normas. Debe poderse mezclar con el refrigerante y ello sin cambiar químicamente ni él ni su refrigerante. El término "miscible" se emplea para indicar qué tan bien se mezclan el refrigerante y el aceite. Algunos refrigerantes se mezclan bien con el aceite. Son mis-

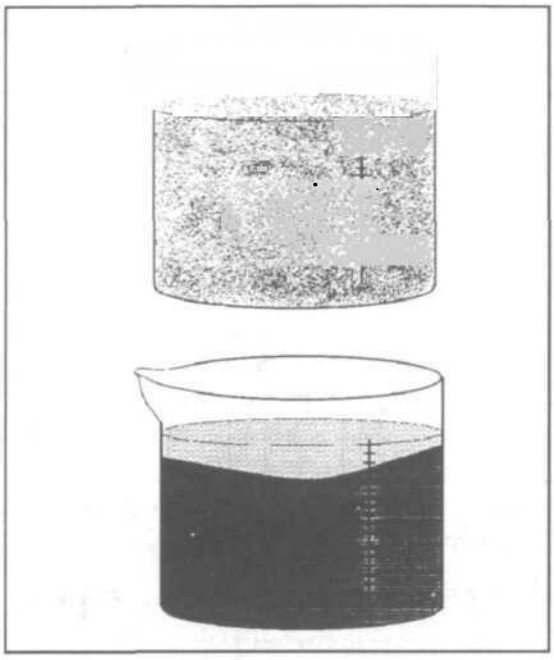


Figura 8-4. Algunas mezclas de aceite y refrigerante son miscibles, otras no lo son.

cibles. Dos refrigerantes que no lo hacen son el R-117 y el agua. No son miscibles.

Cuando el refrigerante se mezcla con el aceite, existe una ventaja y una desventaja. La ventaja consiste en que las partes que necesitan lubricación obtienen aceite. Este protege al compresor. Pero cuando el compresor está fuera de servicio, el refrigerante se puede mezclar en el cárter con el aceite. De hecho, el aceite atrae al refrigerante. El gas refrigerante tiende a viajar hacia el aceite que se encuentra en el cárter. Después se condensa y se transforma de nuevo en un líquido. Cuando comienza el ciclo de funcionamiento del compresor, el refrigerante produce espuma en el cárter. La presencia de refrigerante hace hervir el aceite y produce espuma. Entonces, el refrigerante puede arrastrar consigo el aceite. Esto puede dañar el compresor y quemar el motor eléctrico. Esta es la desventaja.

En algunos sistemas de refrigeración es más probable que ocurra este problema que en otros. Uno de estos casos se presenta cuando la temperatura del aire ambiente es más baja que la temperatura del evaporador. Un calentador en el cárter del compresor puede constituir una protección contra el arrastre del refrigerante. El aceite y el refrigerante en estado gaseoso son menos miscibles que el aceite y el refrigerante líquido. Por lo tanto, para que el aceite se mueva a través del sistema, la velocidad del gas refrigerante debe ser suficientemente alta. "Velocidad" significa rapidez. El gas refrigerante se debe mover por el sistema con suficiente rapidez como para llevar el aceite consigo. Si no lo hace, el aceite puede recubrir o formar una película en las líneas del refrigerante que llevan este elemento en estado gaseoso. Esto reduce la transmisión de calor. El sistema no puede enfriar tan bisn como debería. También puede originar una ausencia de aceite en el compresor, lo que puede producir la quemadura del motor eléctrico o daños en el compresor.

Es más probable que el aceite se separe del gas refrigerante cuando disminuya la temperatura de evaporación. Cuando desciende esta temperatura, se produce otro efecto: aumenta la viscosidad del aceite. La "viscosidad" es la propiedad de un fluido de resistirse a fluir o a cambiar de forma. Por consiguiente, cuando disminuye la temperatura, el aceite tiéndela dejar de fluir. El diseño de las líneas de refrigerante juega un papel importante en el mantenimiento del flujo del aceite. Esto es muy cierto con el R-22 (freón 22) y el R-502 (freón 502). Estos dos refrigerantes son mucho menos miscibles con el aceite que el R-12 (freón 12).

En las unidades herméticas, el aceite entra en contacto directo con un motor eléctrico caliente. Se calienta en el compresor. Por lo tanto, debe ser capaz de resistir temperaturas extremas. El aceite de un sistema de refrigeración también se enfría a bajas temperaturas. Debe igualmente poder soportar

esto. No debe dañar el equipo. Debe permanecer fluido en todas las partes del sistema.

El que una mezcla de aceite y refrigerante permanezca o no en estado fluido, depende de varios factores, los cuales se indican a continuación.

- el refrigerante
- la temperatura
- las propiedades del aceite
- la solubilidad del aceite en el refrigerante
- la solubilidad del refrigerante en el aceite

Para que se pueda usar mejor el aceite en un sistema de refrigeración, se agregan sustancias químicas. Estas reducen o impiden la formación de sedimentos o espuma. Los sedimentos y la espuma dañan el sistema.

Lo que hace un buen aceite refrigerante

Todos los aceites contienen cierta cantidad de cera. Un buen aceite refrigerante tiene un bajo contenido de cera. Si ésta se separa del aceite puede causar problemas. Puede tapar las válvulas y los dispositivos de control de flujo. Cuanta menos cera exista en el aceite, menos probabilidades habrá de que suceda esto.

El aceite debe permanecer estable con las diferencias de temperatura. Esta propiedad se conoce como buena estabilidad térmica. El aceite no debe formar depósitos duros de carbón en los puntos calientes del sistema, tales como las válvulas del compresor. Los depósitos de carbón pueden tapar las válvulas.

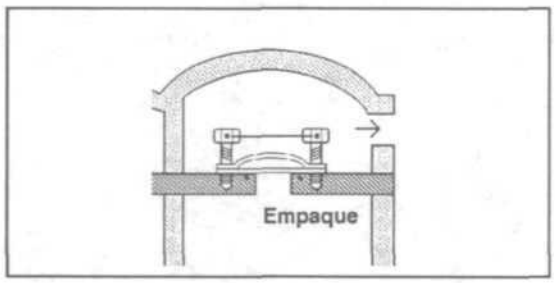


Figura 8-5. La cera puede tapar esta válvula de succión, de tipo de lengüetas, del compresor.

Un buen aceite refrigerante no reacciona con ninguna otra de las sustancias que se encuentran en un sistema de refrigeración. No produce cambios químicos. No cambia el refrigerante, ni su desecador. No cambia a ninguna otra sustancia del sistema. A su vez, ninguna de estas sustancias lo modifica.

El aceite debe permanecer en un estado fluido, aún en la parte más fría del sistema. Esto se conoce como bajo punto de fluidez.

El aceite debe poseer una baja viscosidad. Esto quiere decir que debe fluir hasta en la parte más fría del sistema. Debe conservar sus propiedades de lubricación hasta en la parte más caliente del sistema.

Enumeremos ahora las cualidades de un buen aceite refrigerante.

- bajo contenido de cera
- estabilidad térmica
- bajo punto de fluidez
- baja viscosidad

Cómo técnico de servicio, usted debe conocer cuándo un aceite está sucio. El aceite que saque de un sistema debe estar limpio. Si está decolorado, no es puro. En este caso, debe instalar nuevos filtros desecadores en el sistema. Otra manera en que puede determinar si el aceite está sucio es por medio del olfato. El aceite sucio de un sistema hermético puede ser ácido. Quemará sus manos. Probablemente necesitará cambiarlo.

El aceite refrigerante debe ser un aceite mineral de destilación directa. Debe estar libre de las sustancias que se indican a continuación.

- humedad
- sedimentos
- ácido
- jabones

Compresor		
Temperatura	Viscosidad del refrigerante	
Normal	Todos	150
Alta	Halógeno	150
	Amoniaco	300
Evaporador		
Temperatura	Viscosidad del refrigerante	
Más de 0° F	Halógeno	150
	Amoniaco	300
0° F a -40°F	Halógeno	150
	Amoniaco	150
Menos de-40°F	Halógeno	150
	Amoniaco	150

Cuadro 8-6. Seleccione el aceite refrigerante basándose en el tipo de refrigerante y en la temperatura del compresor y del evaporador.

- cualquier materia no derivada del petróleo.

No use más aceite que el que recomiende el fabricante. Algunas veces no sabrá cuál es el aceite que se recomienda. En ese caso, consulte una tabla como la de la Figura 8-6 para decidir qué tipo de aceite debe usar. Esta tabla proporciona la clasificación de viscosidad que se necesita para cada clase de sistema.

Mantenga siempre el refrigerante en un recipiente sellado herméticamente. Si se expone al aire, absorberá humedad.

Los refrigerantes y sus nombres químicos

En los primeros sistemas de refrigeración se usaron muchos tipos de refrigerantes. Estos se enumeran a continuación.

- amoniaco
- dióxido de azufre
- cloruro de metilo
- propano
- etano

Estos son tóxicos o peligrosos, o tienen ambos inconvenientes. Poseen además otros aspectos negativos. Con excepción del amoniaco, estos refrigerantes ya no se usan. El amoniaco todavía se emplea en los grandes sistemas de refrigeración.

Los refrigerantes se pueden clasificar en tres grupos, de acuerdo con la forma en que absorben o extraen calor. Sus aplicaciones se basan en su capacidad para absorber calor. Los refrigerantes de la Clase I se emplean en sistemas estándar de refrigeración del tipo de compresión. Los refrigerantes de la Clase II se utilizan como agentes enfriadores. Trabajan entre los refrigerantes de la Clase I o de la Clase III y la sustancia que se debe enfriar. Los refrigerantes de la Clase III se emplean en los sistemas de refrigeración del tipo de absorción. En lecciones anteriores usted aprendió lo relacionado con ambos tipos de sistemas de refrigeración.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un ciculo la letra V sl considera verdadera la afirmación, o la letra F si la considera falsa.

1. El aceite lubricante que se usa en los sistemas de refrigeración debe ser no "miscible",). F V
2. La presencia de refrigerante en el aceite lubricante hace hervir a éste y produce espuma. F V

3. La viscosidad es la propiedad de un fluido para resistirse a fluir o cambiar de forma. F V

4. Bajo punto de fluidez de un aceite lubricante significa que el aceite debe permanecer en un estado fluido, aún en la parte más fría del sistema. F V

5. El aceite lubricante sucio de un sistema hermético de refrigeración puede ser alcalino.

Respuestas

1. F (El aceite lubricante que se usa en los sistemas de refrigeración debe ser "miscible".)
2. V 3. V 4. V 5. F (El aceite lubricante sucio de un sistema hermético de refrigeración puede ser ácido.)

Refrigerantes de la Clase I

Estos refrigerantes enfrían porque absorben o extraen calor de otro material. Esto se lleva a cabo a través del proceso de evaporación. Absorben calor sensible hasta que hierven. Después absorben calor latente cuando se evaporan. Los refrigerantes de la Clase I se utilizan en los sistemas de refrigeración del tipo de compresión. Los más comunes de estos refrigerantes se enumeran en la Figura 8-7. Sus puntos de ebullición también se indican en la misma figura, en grados Fahrenheit. Igualmente se señala el valor de su calor latente en BTU por libra (1 libra = 454 g). Es el calor latente de vaporización.

Estos son los refrigerantes cuyas propiedades usted conocerá en el resto de esta lección. ¿Cuál es el refrigerante que hierve a la temperatura más baja? Es cierto, el R-502. Este hierve a -50.1 grados Fahrenheit (-45.6 °C). Esto es, por debajo del punto de congelación del agua de 32 °F (O °C), lo cual significa que este refrigerante puede conservar realmente fríos los productos. Por lo tanto, no le sorprenderá que se use en los congeladores de tipo comercial.

¿Recuerda usted qué son las BTU? Efectivamente, las BTU son cantidad de calor y por lo tanto se relacionan con el calor latente. Le indican cuánto calor se debe extraer de una sustancia para que cambie del estado líquido al gaseoso, y también le dicen cuánto calor se deberá agregar a una sustancia para que se transforme de un gas en un líquido. ¿Cuál es el refrigerante que extrae la mayoría del calor latente? Correcto, el R-717. Extrae 554.70 BTU cuando cambia de líquido a gas. Esta propiedad lo hace un refrigerante muy bueno. Por ello también se utiliza en los congeladores comerciales.

Los refrigerantes de la Clase I son los que usted manejará la mayor parte del tiempo. Con mayor frecuencia se designarán con los nombres indicados en la Figura 8-7. Sin

Refrigerante	Punto de ebullición	Calor latente
R-717	-28.0	554.70
R-11	74.8	78.31
R-12	-21.7	71.04
R-22	-41.4	100.45
R-500	-28.0	82.45
R-502	-50.1	76.46

Cuadro 8-7. Los refrigerantes comunes hierven a temperaturas bajas y absorben cantidades altas de calor latente cuando se evaporan.

embargo, deberá conocer sus nombres químicos. Algunas veces es como se designan.

R-717: Amoniaco (NH3). Este es un refrigerante no haluro. Como puede ver, no contiene halógenos. Cada molécula del R-717 está formada por un átomo de nitrógeno y tres átomos de hidrógeno. La expresión NH3 representa lo anterior. Es un símbolo químico. Es la abreviatura de "amoniaco". N significa nitrógeno. No hay ningún número después de la N. Esto quiere decir que hay un átomo de nitrógeno en cada molécula de R-717. H significa hidrógeno. El número 3 quiere decir que hay tres átomos de hidrógeno.

El R-717 es un gas que tiene un olor fuerte. Por lo tanto, usted detectará inmediatamente si existe una fuga, aun cuando sea muy pequeña. El R-717 es muy tóxico. Una persona puede sucumbir rápidamente con sus vapores. Cuando se mezcla con el aire, es combustible. Esto quiere decir que arderá fácilmente. Una parte de R-717 con dos partes de aire es todo lo que se necesita para que exista peligro de incendio. Todavía es más peligroso cuando el R-717 se mezcla con oxígeno puro. Como puede ver, necesitará poner mucha atención a la seguridad cuando trabaje con este refrigerante.

R-ll: Tricloromonofluorometano (CC3F). El nombre químico para el R-ll no es tan difícil de pronunciar como parece. Inténtelo de este modo: "tri-cloro-mono-fluoro-metano." Es un refrigerante de haluro. ¿Qué quiere decir esto? Significa que está compuesto de flúor, cloro, bromo y/o yodo. ¿Cuál de los halógenos contiene el R-ll? Se puede decir por el nombre. "Tri" significa tres. "Cloro" quiere decir que contiene cloro. "Tricloro" significa que cada molécula de R-11 posee tres átomos de cloro. "Mono" significa uno. "Fluoro" quiere decir que contiene flúor. Cada molécula de R-ll tiene un átomo de flúor. ¿El R-l1 tiene algún átomo de bromo? No. ¿Y de yodo? No. Como éste contiene halógenos es un refrigerante de haluro.

Veamos ahora el símbolo químico para el R-ll. El símbolo es una forma abreviada de escribir el nombre largo. El símbolo es CC3F. La C significa carbono. No hay ningún número después de la C. Por lo tanto, hay un átomo de carbono en cada molécula de R-ll. Cl es el cloro. El número 3 significa que hay tres átomos de cloro. F representa el flúor. Hay un átomo de flúor en cada molécula de R-ll. Este es un fluorocarbono. ¿Cómo lo sabe? Porque contiene un átomo de carbono y un átomo de flúor.

El R-ll es estable, no es inflamable ni tóxico. Esto quiere decir que no se transformará fácilmente en ninguna otra sustancia. No se inflamará. No es venenoso.

R-12: Diclorodifluorometano (CCI2F2). Se pronuncia como: "di-cloro-difluoro-metano." "Di" quiere decir dos. ¿Cuántos átomos de cloro hay en cada molécula de R-12? Exacto, hay dos. Es igual que con el flúor. C significa carbono. Hay un átomo de carbono. El R-12 es un fluorocarbono.

Número	Nombre y fórmula química
R-11	Tricloromonofluorometano CCl_3F
R-12	Diclorodifluorometano CCl_2F_2
R-22	Monoclorodifluorometano $CHClF_2$
R-500	Mezcla azeotrópica: 73.8% de R-12 y 26-2% de R-152a
R-502	Mezcla azeotrópica: 48.8% de R-22 y 51.2% de R-115
R-717	Amoniaco NH_3

Cuadro 8-8. Números, nombres y fórmulas químicas de los refrigerantes.

Se puede ver que este refrigerante está compuesto de los mismos halógenos que el R-l 1. Difieren porque es distinto el número de átomos. El R-l2 también es un refrigerante de haluro.

El R-l2 es todavía más seguro que el R-ll. Es estable. No es venenoso ni inflamable. Tampoco es corrosivo. Esto quiere decir que no atacará los metales ordinarios. No es irritante. Esto significa que no producirá ardores en sus ojos ni comezón en su piel.

R-22: Monoclorodifluorometano (CHCLF2). ¿Qué clase de refrigerante es este? Correcto, es un haluro. ¿Cómo lo supo? Porque contiene halógenos. ¿Cuáles? Cada molécula contiene un átomo de cloro. Cada molécula contiene dos átomos de flúor. Hay un átomo de carbono. El R-22 es un fluorocarbono. H significa hidrógeno. Hay un átomo de hidrógeno. Así es como se pronuncia el nombre de este refrigerante de haluro: "monocloro di-fluoro-metano".

El R-22 es muy similar al R-l2. Difiere en la cantidad de presión que se necesita, a las mismas temperaturas, para transformarlo en un gas. También difiere en la cantidad de agua que absorbe. Cuando hablemos sobre los usos de los refrigerantes, le explicaremos la importancia de esto.

R-500: Refrigerante 500. Esta es una mezcla azeotrópica. Esto quiere decir que se han mezclado refrigerantes de haluro para obtener un refrigerante nuevo. Es una mezcla de R-l52a y R-l2. Su símbolo químico es CC12F2/CH3CHF2. Es una mezcla de dos moléculas. Si tuviera un nombre sería demasiado largo. En vez de eso, lo llamamos R-500 o Refrigerante 500.

Como mezcla, sus propiedades difieren de las que posee cualquiera de sus componentes. Se puede evaporar y condensar sin cambiar. Por lo tanto, es estable.

Se distingue del R-l2 de dos modos principales. Puede enfriar mejor. Pero absorbe más agua.

R-502: Refrigerante 502. Esta es también una mezcla azeotrópica. Es una mezcla de R-22 y R-l 15. Su símbolo químico es el siguiente:

CHC1F2/CC1F2CF3. Se parece al R-500 en que es una mezcla estable de dos moléculas. En la mayoría de los aspectos es como el R-12 y el R-22. Puede enfriar mejor, a temperaturas más bajas, que el R-22.

Refrigerantes de la Clase **II.**

Estos refrigerantes ayudan a los de las Clases I y III a llevar a cabo el trabajo de refrigeración. Absorben el calor sensible. Son sustancias que no se congelan. En el caso de la mayoría de los sistemas de comprensión, el refrigerante de la Clase II es el aire. Algunos refrigerantes de la Clase II, usados en los sistemas de absorción, se enumeran enseguida.

- soluciones de amoniaco
- soluciones de salmuera
- soluciones de alcohol
- agua

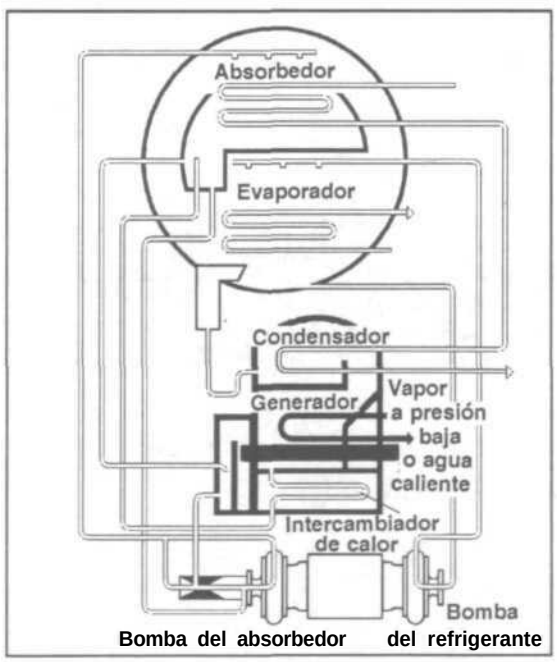


Figura 8-9. Un sistema de absorción.

Refrigerantes de la Clase III

Estos refrigerantes se usan en los sistemas de absorción. La Figura 8-9 ilustra un sistema de absorción.

Los refrigerantes de la Clase III contienen vapores de agentes absorbidos. Estos vapores se pueden cambiar a la forma líquida. Abajo se indican dos ejemplos.

- agua
- agua amoniacal

Cuando se usa bromuro de litio, el agua es el refrigerante. El bromuro de litio es el absorbente. El agua amoniacal es agua destilada y amoniaco puro. En este sistema, el agua amoniacal es el refrigerante. El hidrógeno es el absorbente. Las sustancias son diferentes, pero trabajan del mismo modo.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica al término elegido.

1. Refrigerante que, aunque bastante tóxico, aún se emplea en los grandes sistemas de refrigeración. _____
2. Refrigerantes que se utilizan en los sistemas de refrigeración del tipo de compresión. _____
3. Nombre comercial del "tri-cloro-mono-fluoro-metano". _____
4. Clase de refrigerante formado por sustancias que no se congelan y que en la mayoría de los sistemas de compresión es el aire. _____
5. Clase de refrigerantes que se usan en los sistemas de absorción. _____

a. Refrigerantes de la Clase I.
b. Refrigerantes de la Clase II.
c. Amoniaco
d. Refrigerantes de la Clase III.
e. R-11

Respuestas

1. c 2. a 3. e 4. b 5. d

Refrigerantes y claves de color para los cilindros

Para contener los refrigerantes se usan recipientes especiales. Se conocen como cilindros o tambores para refrigerantes. Se emplean tres tipos de tambores. El tambor de almacenamiento se utiliza para llenar los cilindros de servicio. Los cilindros de servicio son de dos tipos: el cilindro de servicio estándar, que se puede devolver para rellenar, y el que no se puede rellenar. Cuando este último esté vacío se debe desechar.

Los cilindros para refrigerante se fabrican de acero o de aluminio. Los de tamaño

grande poseen un dispositivo de seguridad. Proporciona protección contra demasiado calor o demasiada presión. Todos los cilindros de refrigerante cuentan con una válvula en la parte superior. Esta válvula permite conectar el cilindro a un sistema para cargarlo o descargarlo.

En algunos países, se han establecido reglas acerca de los cilindros para refrigerantes. Estas reglas tienen el propósito de proteger a las personas que trabajan con los cilindros. Es decir, a usted. Aunque estas reglas parezcan simples, sígalas. Se diseñaron para protegerlo.

Existen tres reglas principales que se aplican a los cilindros para refrigerantes. La primera se aplica a los cilindros que se han usado para contener un refrigerante corrosivo. Estos cilindros se deben revisar cada cinco años. La segunda regla se aplica a los cilindros que se han utilizado para contener un refrigerante no corrosivo. Estos se deben verificar cada diez años. La tercera se aplica a todos los cilindros que tienen más de 10 centímetros de diámetro y 30 centímetros de largo. Estos cilindros deben tener un dispositivo para aliviar la presión. Es el dispositivo de seguridad que ya mencionamos. Evite una explosión del cilindro por demasiado calor o presión excesiva.

Tambores de almacenamiento

En la mayoría de los casos, los cilindros de almacenamiento son cilindros de 45 y 70 kilogramos. Los cilindros más pequeños se pueden llenar y rellenar con los tambores de almacenamiento. Usualmente, un tambor de almacenamiento se cuelga invertido, para que quede la válvula en la parte inferior. De este modo es más fácil cargar los cilindros de servicio estándar. Use una garrucha para levantar y mover cilindros que pesen más de 15 kilogramos.

Los tambores de almacenamiento no se deben usar después de seis años de la fecha que lleven estampada. La mayoría de las compañías que fabrican tambores toman más precauciones. Por lo menos cada seis meses se devuelven todos los tambores de almacenamiento a la fábrica que los construyó. Allí se revisan las conexiones de las válvulas y los propios tambores.

Cuando cargue un cilindro de servicio, tenga cuidado. La Figura 8-10 muestra un tambor de almacenamiento que usa dos vastagos de válvula.

Un vastago de válvula le permite extraer refrigerante líquido del tambor de almacenamiento. El otro le permite extraer gas refrigerante. La manguera que se conecte al dispositivo llega al cilindro de servicio. Cuando extraiga refrigerante de un tambor de almacenamiento, lleve siempre un registro de la cantidad que tome. Después debe agregar tres por ciento a esa cifra. El tres por ciento es la pérdida de vapor.

Pongamos un ejemplo. Usted extrae 4 kg de un tambor de almacenamiento. Ahora necesita agregar el tres por ciento de 4 kg a esa cantidad. En lecciones siguientes aprenderá las operaciones matemáticas que necesita para hacer este cálculo. Por ahora, solamente le mostraremos cómo se hace esto:

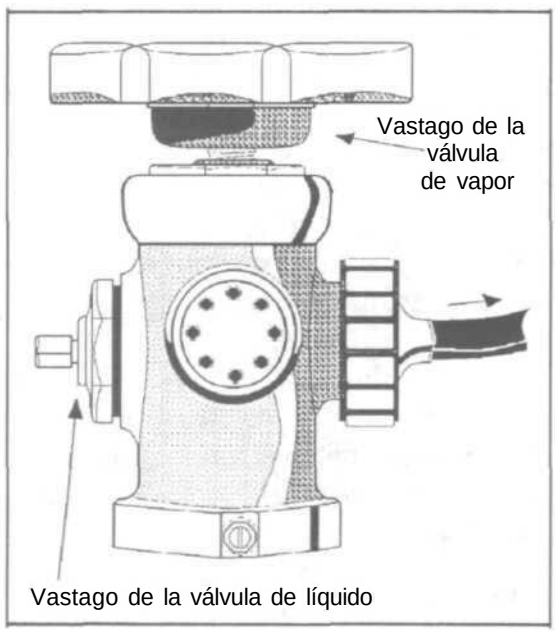


Figura 8-10. Una válvula para tambor de almacenamiento.

(1) 4 x 0.03 = 0.12
(2) 4 + 0.12 = 4.12

En realidad tomó 4.12 kilogramos del tambor de almacenamiento. Esta es la cifra que usted debe reponer.

Cilindros de servicio retornables

Como técnico de servicio usted frecuentemente llevará estos cilindros consigo. Se obtienen en tamaños que varían de 1.8 a 11.4 kilogramos. Los usará para cargar los sistemas de refrigeración.

Estos tambores se pueden rellenar, pero nunca llene uno completamente con refrigerante líquido. Deje espacio para la dilatación del refrigerante. Cuando aumenta su temperatura, este se dilata. Si el cilindro ya está lleno y aumenta la temperatura, estallará. El límite de seguridad es el 85% del volumen total.

Hay una forma rápida de asegurarse de que no esté lleno un cilindro. Agítelo de un lado a otro. Si está lleno no se escuchará ningún sonido. Si existe espacio, se oirá el refrigerante al chapotear hacia atrás y hacia delante. Este método no debe usarse para evitar pesar el cilindro. Siempre se debe colocar éste en una báscula exacta. Nunca exceda el peso marcado en el cilindro.

La mayoría de las compañías proveedoras de refrigerante cambian los cilindros de servicio. Cuando usted devuelva su cilindro vacío, le darán otro lleno. El que devolvió se rellena para cambiárselo a otra persona. De este modo, usted solamente paga por el refrigerante y el llenado.

Muchos cilindros de servicio poseen una válvula como la que se ilustra en la Figura 8-10. Permite cargar un sistema de refrigerante con gas refrigerante o con refrigerante líquido.

Cilindros de servicio desechables

Los cilindros de servicio desechables están desplazando del mercado a los cilindros que se pueden rellenar. Muchos de los refrigerantes más usuales vienen en estos cilindros. Su tamaño varía desde unas cuantas onzas a 30 libras (13.6 kg). Se pueden manejar con facilidad. Usted no tendrá que preocuparse por volver a llenarlos.

Gran parte de los cilindros desechables cuentan con válvulas de alivio que, en la mayoría de los casos, se encuentran en la válvula de servicio. Estos cilindros están cerrados herméticamente. En la parte superior se instala un dispositivo de servicio especial. Perfora el cilindro y le permite tomar refrigerante del mismo.

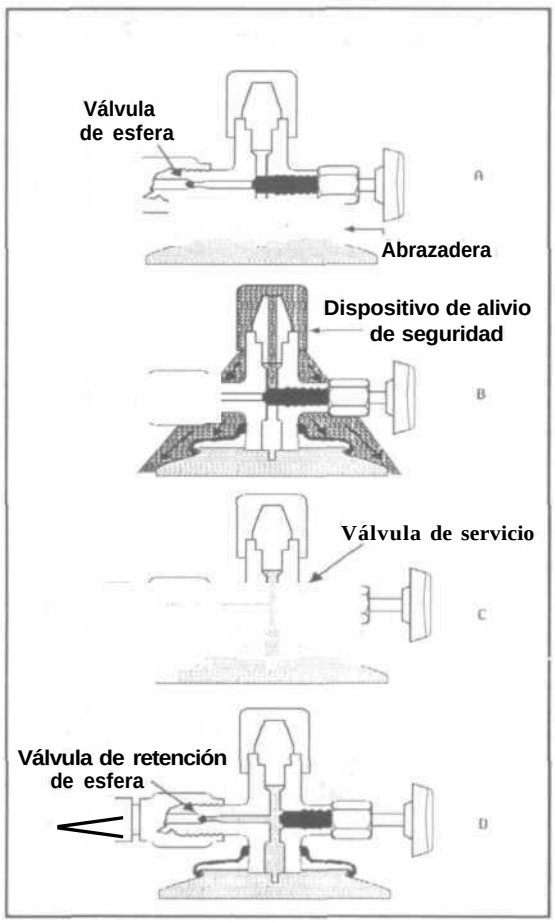


Figura 8-11. Dispositivos de seguridad para cilindros de servicio desechables. (A) El cilindro se perfora mediante la válvula que se monta en el mismo. (B) El dispositivo de alivio de seguridad trabaja como éste. (C) La válvula de servicio está abierta y el refrigerante está fluyendo. (D) La válvula de retención está trabajando.

Estas válvulas de grapa o abrazadera poseen los dispositivos vitales de seguridad que se muestran en la Figura 8-11.

La válvula de servicio se cierra cuando se perfora el cilindro. El refrigerante no puede escapar. La válvula de servicio posee un dispositivo de alivio de seguridad. Si la presión del cilindro se eleva demasiado para trabajar con seguridad, esta válvula deja escapar el gas refrigerante excedente y así alivia la presión.

La válvula de alivio le da al gas que escapa una dirección conveniente sobre sí misma. También dirige el refrigerante que escapa en dirección opuesta a la cara y al cuerpo del técnico de servicio. Esto enfría la válvula y protege al técnico. La válvula de retención de esfera impide que el flujo inverso regrese al tambor. Esto podría suceder si usted carga un sistema de acondicionamiento de aire de un automóvil caliente.

Nunca rellene un cilindro de servicio desechable. Nunca almacene el refrigerante que se haya extraído de un sistema en un cilindro desechable.

Clave de colores

Los cilindros para refrigerante se identifican mediante una clave de colores. Esto le permitirá identificar fácilmente cuál es el refrigerante contenido en el cilindro. Evita accidentes por la mezcla de refrigerantes en un sistema. No obstante, tenga en cuenta que la clave de colores no se exige a todos los fabricantes de cilindros para refrigerante. También se pueden cometer errores. Por lo tanto, no confíe solamente en el color. Lea siempre la etiqueta antes de usar el cilindro. La clave de colores es una manera rápida para comprobar el tipo de refrigerante. Pero antes de usarlo, asegúrese.

A continuación se enumeran los refrigerantes y sus claves de color.

- R-717 - Gris
- R-ll - Anaranjado
- R-12 - Blanco
- R-22 - Verde
- R-500 - Amarillo
- R-502 - Púrpura

Memorice esta lista de clave de colores. Necesitará aplicarla.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la columna de la derecha el color que corresponda al refrigerante de la columna de la izquierda de acuerdo a las claves de color de los cilindros para refrigerantes.

1. R-717	a. blanco
2. R-ll	b. púrpura
3. R-12	c. anaranjado
4. R-22	d. amarillo
5. R-500	e. gris
6. R-502	f. verde

Respuestas

1.e 2.c 3.a 4.f 5.d 6.b

Los refrigerantes y sus aplicaciones

Cada refrigerante se destina para usos especiales. Estas son sus "aplicaciones". Algunos refrigerantes se pueden usar sin un tipo específico de compresor. Otros se emplean con un tipo solamente. Unos refrigerantes se pueden utilizar en cualquier clase de sistema de refrigeración. Otros son muy especiales y se emplean sólo o principalmente en la refrigeración comercial. La Figura 8-12 enumera los refrigerantes y los tipos de compresores con los cuales se usan.

Refrigerante	Tipo de compresor
R-11	Centrífugo
R-12	Recíproco Centrífugo Rotatorio
R-22	Recíproco Centrífugo
R-500	Recíproco
R-502	Recíproco
R-717	Centrífugo Recíproco

Cuadro 8-12. Estos son los tipos de compresores en los que se usan los refrigerantes.

Más adelante encontrará un cuadro que compara el refrigerante y la clase de sistema en que se usa.

R-717

Como usted sabe, el amoniaco es un veneno. Si bien no está clasificado como tal, cantidades muy pequeñas del mismo pueden dañar el sistema respiratorio. Por lo tanto, se considera como veneno. Es tóxico. Si hay de 3 a 5 partes por millón (ppm) de amoniaco en el aire, éste se puede percibir con el olfato. Si existen 15 ppm, producirá irritación en la nariz, los ojos y la garganta. Con una proporción de 30 ppm, se necesitará una mascarilla para trabajar. Las reglas laborales de los Estados Unidos de América sólo permiten que los trabajadores se sometan a una exposición de 50 ppm durante un máximo de cinco minutos. Una concentración de 5,000 ppm resulta un peligro para la vida. Puede comprender por qué se considera como veneno.

Cuando usted trabaje con una válvula de R-717, siempre párese a un lado de ella. Aun una fuga pequeña puede ser muy peligrosa. Puede quemar o dañar sus ojos. Puede causar la pérdida instantánea del sentido. Use siempre una mascarilla bien ajustada.

Por sí solo, el R-717 se puede inflamar. Cuando se mezcla con el aire o el oxígeno, puede explotar. Entonces, ¿por qué lo seguimos usando? Porque es un refrigerante muy bueno. Se usa principalmente en la industria. Por ejemplo, los congeladores para los frigoríficos utilizan frecuentemente el R-717 como refrigerante.

El bajo punto de ebullición y el alto vapor en BTU del R-717 es lo que hace de él un buen refrigerante. Puede enfriar a temperaturas muy bajas. El alto valor en BTU también quiere decir que puede realizar su trabajo con un equipo de tamaño relativamente pequeño. Estos dos factores lo hacen muy adecuado para los sistemas comerciales de refrigeración.

Los sistemas de refrigeración del tipo de absorción también emplean el R-717. Es decir, los refrigeradores, los congeladores y los acondicionadores de aire. Por otro lado el R-717, aun en presencia de una simple pizca de agua, atacará al cobre y al bronce. Esta es la causa de que se usen conexiones de acero gruesas con el R-717. En algunas ocasiones se emplea el hierro. El R-717 mezclado con el agua no atacará estos metales. El acero también es conveniente por las altas presiones que se unan en las líneas del refrigerante. De hecho, una presión de 8.5 a 13.6 kilogramos por centímetro cuadrado (125 a 200 libras por pulgada cuadrada) es común.

No existen problemas especiales con el aceite y el R-717, a menos que la temperatura sea extrema. El R-717 es más ligero que el aceite, por consiguiente se separa con facilidad.

El R-717 se calienta mucho en un sistema de refrigeración. Por ello, con mucha frecuencia los condensadores de estas unidades se enfrían por medio de agua. Para estos sistemas se han desarrollado los condensadores enfriados por agua.

R-ll

Este refrigerante es estable. No se mezcla fácilmente con otras sustancias. No se transforma con facilidad en otra sustancia. No es venenoso. No se inflama. Es mucho más seguro que el R-717. El R-ll se usa en los sistemas con compresores centrífugos, en las unidades de acondicionamiento de aire de tamaño grande. También se emplea para limpiar sistemas que se hayan contaminado. Esto puede suceder si se quema un motor. Como mencionamos antes, cuando un motor se quema los productos de la combustión se pueden desplazar a través del sistema.

El R-ll también se utiliza para limpiar sistemas que hayan estado expuestos a una gran cantidad de humedad. Sin embargo, el procedimiento es costoso, por lo que se debe usar como un último recurso. Primero ensaye otras medidas. Por ejemplo, vacíe el sistema y cambie los filtros y deshidratadores. Después llene de nuevo el sistema.

Comúnmente, los técnicos de servicio emplean el R-ll como un agente para limpiar el sistema a presión. Lo usan para reparar los sistemas de refrigeración. Es uno de los solventes más seguros que se pueden utilizar para esto. Realiza un buen trabajo de limpieza en las partes internas de un compresor. El R-ll no posee olor. Usted tendrá que depender de otros métodos para encontrar fugas. En una sección posterior explicaremos cómo encontrar las fugas de este refrigerante.

Refrigerante	Tipo de sistema
R-11	Sistemas de acondicionamiento de aire de 200 a 2,000 toneladas. Sistemas para refrigeración industrial.
R-12	Sistemas grandes de acondicionamiento de aire y refrigeración. Refrigeradores domésticos pequeños. Congeladores pequeños. Enfriadores de agua. Acondicionadores de aire para habitaciones y para montar en ventanas. Acondicionadores de aire para automóviles.
R-22	Acondiconadores de aire domésticos y comerciales. Plantas congeladoras de alimentos. Almacenes congeladores de alimentos. Vitrinas para exhibición.
R-500	Acondicionadores de aire domésticos y comerciales de tamaño pequeño. Refrigeración doméstica.
R-502	Vitrinas para exhibición de alimentos congelados y de helados. Almacenes. Plantas congeladoras de alimentos. Vitrinas para exhibición a temperatura media. Refrigeración para camiones. Bombas térmicas.
R-717	Refrigeración industrial. Plantas congeladoras de alimentos. Refrigeradores. Acondicionadores de aire.

Cuadro 8-13. Los refrigerantes y los tipos de sistemas en donde se usan.

R-12

Este refrigerante se usa en casi toda clase de unidades de refrigeración. En éstas se incluyen las unidades reciprocantes, las rotatorias y las centrífugas. Se emplea en los refrigeradores, los congeladores y los acondicionadores de aire. Es el refrigerante más conocido. Se utiliza principalmente en las cuatro clases de sistemas de refrigeración que se indican a continuación.

- refrigeradores domésticos
- congeladores domésticos
- acondicionadores de aire para automóviles
- algunos acondicionadores de aire del tipo de ventana

El R-12 es gaseoso a temperatura ambiente. Por lo tanto, a bajas temperaturas se transformará en un gas. Con una pequeña cantidad de presión se convertirá en líquido. Estas circunstancias lo hacen un refrigerante muy bueno.

El R-12 es un refrigerante muy bueno también por otras razones. Es todavía más seguro que el R-ll. El R-12 no quema los ojos ni produce irritación en la piel. Es estable. No es venenoso ni se inflama. No ataca los metales. Es ligeramente soluble en agua. De hecho, contendrá solamente seis partes de agua en un millón de partes de R-12. Esta es una gran ventaja para el R-12. Significa que se formará muy poco o nada de ácido en un sistema que lo use. Este refrigerante no atacará los metales aunque se mezcle con agua. En su forma líquida, el R-12 disolverá cualquier cantidad de aceite refrigerante. El aceite absorberá el R-12 cuando se encuentre en estado gaseoso. Esta es otra gran ventaja. Quiere decir que no quedará una cubierta de aceite en el evaporador. Un recubrimiento de aceite impediría la evaporación correcta.

Si existe una cantidad alta de R-12 en el aire, usted podrá sentir un tenue olor dulce. Sin embargo, no puede depender de esto para localizar las fugas.

R-22

Este refrigerante se fabrica para sistemas que necesiten una baja temperatura de evaporación. Se utiliza en las unidades de congelación rápida. Estos sistemas mantienen una temperatura de 20 a 40 °F bajo cero (-7 a -40 °C). Algunas veces también se emplea en las unidades acondicionadoras de aire y en los refrigeradores domésticos. Se usa así mismo con compresores recíprocos y centrífugos.

El R-22 es muy parecido al R-12. No es venenoso, no es inflamable, no es corrosivo. No irrita la piel ni los ojos. Se diferencia principalmente porque absorbe más humedad. Absorberá tres veces más humedad que el R-12. Por lo tanto, el contenido de humedad se debe mantener muy bajo en las unidades que usan este refrigerante. Se deben emplear filtros deshidratadores en las líneas de succión y de líquido. Este refrigerante exigirá el uso de una mayor cantidad de sustancias desecadoras en comparación con otros refrigerantes.

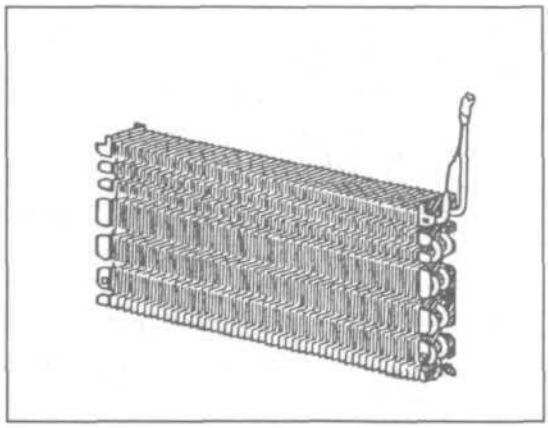


Figura 8-14. Una película de aceite en el evaporador impedirá que éste trabaje correctamente.

El aceite no suele representar ningún problema. Significa un inconveniente a ciertas temperaturas de evaporación. Esto sucede si el evaporador alcanza una temperatura de 40 grados Fahrenheit bajo cero (-18.6 °C). Entonces, el aceite comenzará a separarse del refrigerante. Formará una película sobre la superficie del evaporador. Por lo tanto, el R-22 no se vaporizará correctamente. Esto aumentará la magnitud del problema de la humedad.

R-500

El R-500 es un refrigerante azeotrópico. Es una mezcla de 26.2% de R-152a y 73.8% de R-12. El R-500 enfría aproximadamente el 20% mejor que el R-12 usando un motor del mismo tamaño. Se mezcla bien con el agua. Por lo tanto, una vez más le recordamos que

se necesitan filtros deshidratadores en las líneas de succión y de líquido. Se necesita una cantidad adicional de material desecador. No existen problemas especiales con el aceite.

Este refrigerante se usa en la refrigeración doméstica y comercial. Solamente se emplea en unidades con compresores recíprocos.

R-502

Este también es un refrigerante azeotrópico. Es una mezcla de 48.8% de R-22 y 51.2% de R-l 15. En la mayoría de los aspectos es muy semejante al R-l2 y al R-22. Enfría mejor que el R-22 a temperaturas más bajas. Por esto, el R-502 es apropiado para la refrigeración a baja temperatura. Con frecuencia se usa en los sistemas de refrigeración que se indican a continuación.

- gabinetes para alimentos congelados
- plantas procesadoras de alimentos congelados
- vitrinas para exhibición de alimentos congelados
- unidades de almacenamiento para alimentos congelados y para helados

También se utiliza en los refrigeradores comerciales. A temperaturas más bajas, se necesitan separadores de aceite.

Este refrigerante posee una baja presión de condensación. Esto significa que el compresor tendrá mayor duración. Hay menor desgaste y menos desperfectos en las válvulas del compresor y en otras partes. La lubricación también es mejor. Esto se debe a que el aceite se distribuye mejor a temperaturas de condensación más bajas.

El R-502 puede contener aproximadamente una y media veces más humedad que el R-l2. Esto depende de la temperatura. Por lo tanto, se debe tener cuidado con respecto a la humedad en el sistema. Una vez más, asegúrese de que haya filtros deshidratadores en las líneas de succión y de líquido.

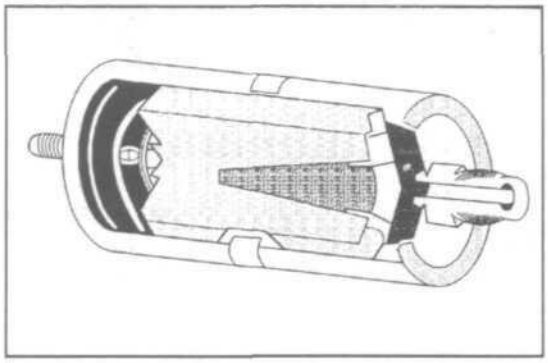


Figura 8-15. Los sistemas que usan R-502 necesitan filtros deshidratadores para eliminar la humedad del refrigerante.

Abajo de los 180 grados Fahrenheit (82 °C), el aceite se separará del R-502. Entonces se colecta en la superficie del refrigerante. Algunas veces se emplean dispositivos especiales para regresar el aceite al compresor.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término quefalta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Por sí solo, el R-717 se puede inflamar. Cuando se mezcla con el aire o el oxígeno, puede _____
2. El R-l 1 se usa en los sistemas con compresores centrífugos. En las unidades de_____de tamaño grande.
3. El refrigerante_____*se* usa en casi toda clase de unidades de refrigeración.
4. El R-22 se fabrica para sistemas que necesiten una baja temperatura de evaporación. Se usa en las unidades de _____

5. El refrigerante_____es apropiado para la refrigeración a baja temperatura.

Respuestas

1. explotar 2. acondicionamiento de aire 3. R-12 4. congelación rápida 5. R-502

Las características de un refrigerante

Existen muchas cualidades que debe tener un refrigerante realmente bueno. Por ejemplo, se pueden descubrir fácilmente las fugas del mismo. Pero hay siete cualidades que son esenciales. En esta sección, usted conocerá cuáles son estas cualidades.

No tóxico

Un refrigerante no debe ser tóxico. Es decir, no debe ser venenoso. No debe ser perjudicial para quien lo inhale. No debe causar daños si se derrama sobre la piel. No debe perjudicar la salud del técnico ni de ninguna otra persona. Ninguno de los refrigerantes que hemos descrito es tóxico, excepto el R-717. El amoniaco no está clasificado como veneno, pero puede matar a una persona. Cantidades muy pequeñas de este refrigerante pueden dañar el sistema respiratorio. Quince partes por millón (ppm), osea 15 partes de R-717 en un millón de partes de aire, producirán irritación en la nariz, los ojos y la garganta. Con una concentración de 30 ppm, se necesitará una mascarilla para trabajar. Como acaba usted de leer, las reglas laborales estadounidenses sólo permiten que un trabajador quede expuesto a una concentración de 50 ppm durante cinco minutos. Con 5,000 ppm, el R-717 representa un peligro para la vida humana. Usted puede ver por qué se considera como veneno, aunque no se clasifique como tal.

Seguimos usando el R-717 porque es un refrigerante muy bueno. Posee un punto de ebullición bajo y un valor alto de BTU.

No **inflamable**

Una sustancia no inflamable no se incendiará. Una vez más, el único refrigerante inflamable entre los que hemos descrito es el R-717. Sin embargo, sólo es ligeramente inflamable en su forma pura. Mezclado con el aire, es mucho más inflamable.

No explosivo

Una sustancia no explosiva, como su nombre lo indica, no explotará. Ninguno de los refrigerantes que hemos descrito explotará en su forma pura es decir, cuando no se haya mezclado con ningún otro producto. El R-717 puede explotar cuando se mezcla con aire o con oxígeno.

No corrosivo

Una sustancia no corrosiva no corroerá ni atacará los metales. Ninguno de los refrigerantes de haluro, ni los azeotrópicos, en sus formas puras, ataca los metales. El R-717 no ataca el acero ni el hierro. Pero corroe el cobre y el bronce. Todos los otros refrigerantes atacarán el metal en presencia de humedad. Esto se debe a que se forma un ácido cuando se mezclan estos refrigerantes con la humedad. El R-12 solamente absorberá una ligera cantidad de humedad. Por consiguiente, los problemas de acidez se reducen grandemente con este refrigerante.

De baja temperatura de ebullición

Todos los refrigerantes que hemos explicado poseen un bajo punto de ebullición. El más alto es el del F-ll. Hierve a 74.8 grados Fahrenheit (23.8 °C). Esto es mucho más bajo que el punto de ebullición del agua (212 grados F, 100 °C). El F-502 posee el punto de ebullición más bajo de los refri-

Figura 8-16. El F-l 1 posee el punto de ebullición más alto de los refrigerantes que se describen en esta lección.

gerantes que hemos descrito hasta aquí. Hierve a 50.1 grados Fahrenheit bajo cero (-45.6 °C). Esto es mucho más bajo que la temperatura a la cual se congela el agua (32 grados, F, O °C). Cuanto más baja sea la temperatura de ebullición, mejor será el efecto de refrigeración del refrigerante.

Químicamente estable

El refrigerante no se debe transformar fácilmente en una sustancia nueva. No debe cambiar en presencia de las otras sustancias que se encuentren en un sistema de refrigeración. Tampoco debe transformar a las otras sustancias que se hallen en un sistema de refrigeración. Esto incluye al aceite refrigerante, el desecador y los metales que se usan para construir el sistema. Si se transforma, dejará de ser un refrigerante. Entonces, no realizará el trabajo que debe efectuar en el sistema. Aunque transformase otro material del sistema, tendría el mismo efecto. Todas las sustancias de un sistema deben trabajar juntas sin transformarse en otros materiales.

Fácilmente mezclable con el aceite.

El aceite se mueve, a través de un sistema de refrigeración, con el refrigerante. Es una cantidad de aceite muy pequeña, pero necesaria. Se necesita para lubricar y enfriar las partes movibles del compresor. Usamos la palabra "miscible" para describir la facilidad con que se mezclan el aceite y el refrigerante. Algunos refrigerantes se mezclan bien con el aceite. Son miscibles. Dos materiales que no lo hacen son el R-717 y el agua. No son miscibles. Cuando el aceite y el refrigerante no se mezclan, el aceite puede formar una película en el evaporador. Entonces, el sistema no trabaja tan bien como debería.

La tabla de temperatura y presión

Hay muchas gráficas y tablas que usted usará como técnico de servicio. La tabla de la Figura 8-17 es un ejemplo. Muestra la relación entre la temperatura y la presión cuando el evaporador está saturado, o sea cuando contiene la mayor cantidad posible de gas refrigerante. Usted usará esta tabla para comprobar las presiones en un sistema. A la temperatura indicada, la presión en su medidor debe ser la que se señala en la tabla. Si no es así, algo está mal. Su trabajo consistirá en encontrar cuál es la avería y arreglarla.

Por ahora, su trabajo es conocer cómo leer esta tabla. No le hemos proporcionado toda la tabla. La gráfica completa comienza a 60 °F bajo cero (-51 °C). Llega hasta 135 °Fahrenheit (57 °C). Algunas veces se elabora grado por grado, En otras ocasiones se presenta en incrementos de dos grados. Otras veces en divisiones de cinco grados.

Temperatura	Refrigerante				
	11	12	22	500	502
-60	19.0	11.9	7.0	18.6	
-55	17.3	9.1	3.6	16.6	
-6	25.5	6.2	19.4	9.9	26.0
-4	25.3	7.1	20.9	11.0	27.7
-2	25.0	8.1	22.5	12.1	29.4
0	24.7	9.2	24.1	13.3	31.2
1	24.6	9.7	24.9	13.9	32.2
70	2.6	70.1	122.5	85.8	136.6
75	.4	76.9	133.4	93.9	148.0
125	21.2	169.0	280.7	204.0	298.7
130	24.3	181.0	299.3	218.2	318.0
135	27.4	193.5	316.6	232.1	338.1

Cuadro 8-17. Parte de la tabla de temperatura y presión.

La temperatura se indica en grados Fahrenheit. Los números en tipo de negritas indican un vacío parcial. Algunas veces no habrá ningún número en la columna que se encuentra bajo el nombre del refrigerante. Esto significa que el refrigerante no trabaja a esa temperatura.

En la parte superior de la tabla, verá los refrigerantes que hemos descrito en esta lección. En el margen izquierdo se enumeran las temperaturas. Para leer la tabla, localice la temperatura en el margen izquierdo. Después lea a través de la tabla hasta que llegue al número que se encuentra en la columna bajo el nombre del refrigerante que usted busque.

Tomemos un ejemplo. ¿Cuál es la presión del R-500 a 70 °F? Correcto, es 85.8.

Ejercicio de Autoevaluación

Consulte su tabla de temperatura y presión de la figura 6-14 y resuelva los ejercicios siguientes:

1. ¿Cuál es el refrigerante que a 125 °F de temperatura tiene una presión de 280.7?
   _____.
2. Para que el R-12 tenga una presión de 7.1, ¿a qué temperatura deberá estar?
   _____.
3. ¿Cuál es la presión del R-502 a 130 °F?
   _____.

Respuestas

1. R-22 2. 4 °F 3. 318.0

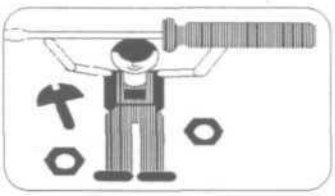
Resumen

Después de esta lección, usted ya conocerá la importancia de los refrigerantes en los sistemas de refrigeración. El refrigerante es la parte del sistema que absorbe calor de los materiales que se desea enfriar. El sistema no podría enfriar sin el refrigerante.

Conoce asimismo los términos que necesitará para hablar de los refrigerantes, así como sus nombres. Conoce el nombre común y el nombre químico. Igualmente sabe las tres grandes clases que constituyen los refrigerantes de acuerdo con la forma en que absorben o extraen el calor.

Ya puede ver un cilindro de refrigerante y saber a cuál de los tres tipos pertenece: de almacenamiento, de servicio retomable y de servicio desechable. También le resultará familiar la clave de colores mediante la cual se puede identificar rápidamente el refrigerante que contienen los cilindros. Rápidamente, pero no siempre de modo totalmente cierto. Será preciso que usted lea además la etiqueta explicativa.

Para entonces, ya tendrá una información decisiva sobre cuáles son los refrigerantes, sus principales aplicaciones, y las cualidades esenciales que deben tener: no serán tóxicas, ni inflamables, ni explosivas, ni corrosivas; tendrán baja temperatura de ebullición, serán químicamente estables y, además, "miscibles". Su nuevo conocimiento de la tabla de temperatura y presión será vital, ya que como técnico tendrá que utilizarla para saber cuál debería ser la presión adecuada a una cierta temperatura.



Tareas prácticas

Seguridad personal en el manejo de los refrigerantes

Materiales que usted necesitará

- Lápiz
- Cuaderno

Información previa

Cuando se trabaja en una unidad de refrigeración debe tenerse muy en cuenta la seguridad y el actuar en forma segura. En caso contrario pueden producirse graves accidentes personales. Es necesario usar siempre la ropa, los zapatos y los anteojos de seguridad apropiados, especialmente cuando se carga o se descarga una unidad. Si se desconecta una línea que contenga líquido refrigerante, podría caer en los ojos un líquido que hierve a-41 °F (-40°C, el punto de ebullición del R-22 a la presión atmosférica) y congelar el globo del ojo. Si cae sobre la piel, la evaporación puede producir congelamiento. Incluso los refrigerantes con alto punto de ebullición son buenos solventes que extraen el aceite de la piel y la dejan seca o cuarteada.

Lo que usted deberá hacer

Investigar las técnicas de primeros auxilios a emplear cuando se produzca una quemadura por congelamiento debido al contacto con fluido refrigerante.

Procedimiento

1. Identifique el centro de salud más cercano a su domicilio, como Cruz Roja, Instituto de Seguridad Social, dispensario médico, etc.

2. Verifique si están dando un curso de primeros auxilios por quemaduras, o si existe alguna información impresa sobre cómo tratar quemaduras. Si existe obténgala.

3. Estudie la información obtenida y luego escriba usted un procedimiento a seguir para atención de emergencia en caso de quemadura como, por ejemplo:

Si cae líquido refrigerante en la piel, hacer lo siguiente:

a) Empapar el lugar afectado con agua tibia durante 10 ó 15 minutos

b) Aplicar una ligera capa de ungüento como vaselina, aceite mineral o una sustancia semejante

c) No usar vendas

d) Ver al médico

4. Procure anotar todos sus procedimientos en un cuaderno o una libreta que pueda traer en su caja de herramientas.

Conclusiones

La adecuada protección personal es muy importante para el trabajo de un técnico de servicio, pero la preparación que éste tenga para actuar con seguridad ante cualquier situación ayuda a que sea más profesional y, sobre todo, a que se minimicen los riesgos.

-y después, ¿qué sigue?

¿Cómo se descubren las fugas y cuáles son los métodos principales para hacerlo? ¿Qué medidas prácticas de seguridad deberá adoptar el técnico para no exponerse al peligro de los refrigerantes? ¿Qué medidores se utilizan para medir la presión y qué papel juega la presión en un sistema de refrigeración? ¿Cómo se calculan las temperaturas? ¿Qué es un manómetro? ¿Qué hay que hacer para averiguar la clase de refrigerante del sistema?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* **Escoja una sola respuesta para cada pregunta.** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. **Un refrigerante es cualquier sustancia que produce un efecto de enfriamiento**

   a. en el condensador.
   b. cuando absorbe calor al evaporarse.
   c. cuando libera calor al condensarce.
   d. en la línea de líquido.

2. **En las unidades herméticas de refrigeración, el aceite entra en contacto con el**

   a. evaporador caliente.
   b. condensador caliente.
   c. compresor caliente.
   d. motor eléctrico caliente.

3. **Las cualidades de un buen aceite refrigerante son: bajo contenido de cera, estabilidad térmica, bajo punto** de fluidez y

   a. alta viscosidad.
   b. no viscoso,
   c. baia viscosidad.
   d. viscosidad media

4. **Un ejemplo de mezcla azeotropica es el**

   a. R-22.
   b. R-12.
   c. R-500.
   d. R-717.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón, correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

Calificación:

Núm. de matrícula

OBSERVACIONES:

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L408

5. Un cilindro para refrigerante con la clave de color verde contiene

a. R-22.
b. R-500.
c. R-717.
d. R-12.

6. El refrigerante que más se utiliza es el

a. R-ll.
b. R-502.
c. R-22.
d. R-12.

7. Mejor será el efecto de enfriamiento del refrigerante cuanto

a. más alto sea el punto de ebullición.
b. menor sea el número de BTU.
c. más bajo sea el punto de ebullición.
d. más flúor contenga el refrigerante.

8. La presión del R-22 a 0°F es

a. 12.1
b. 24.1
c. 8.1
d. 15.1

9. El R-22 se utiliza principalmente en: refrigeradores domésticos, congeladores domésticos, acondicionadores de aire para automóviles y

a. para limpiar sistemas que hayan estado expuestos a una gran cantidad de humedad.
b. gabinetes para alimentos congelados.
c. plantas procesadoras de alimentos congelados.
d. algunos acondicionadores de aire del tipo de ventana.

10. Existen muchas cualidades que debe tener un refrigerante realmente bueno como: no tóxico, no inflamable, no explosivo, no corrosivo, de baja temperatura de ebullición, químicamente estable y

a. fácilmente mezclable con el aceite.
b. de alta temperatura de ebullición.
c. soluble en agua.
d. detergente.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

El gran valor del estudio

No existen momentos más preciosos para poder lograr el éxito del "mañana" que aquéllos que concienzudamente dediquemos a la noble labor del estudio.

El estudio es el camino más recto hacia la fuente inagotable del saber. No sintamos cansancio, ni escatimemos el tiempo que debemos dedicar al estudio, porque estudiando encontraremos los senderos de una vida mejor.

En el estudio descubriremos las riquezas que buscamos, si únicamente lo seguimos con constancia, con ánimo y con la firme resolución de vencer.

Ralph Hemphill

CONTENIDO

Introducción 3
1. Definiciones y descripciones 3
2. Localización de fugas 4
3. Seguridad 10
4. Toma de presiones 12
5. ¿Qué clase de refrigerante es? 14
6. Cómo calcular las temperaturas y las presiones 17
7. Comprobación de la presión en un acondicionador de aire 19
8. Comprobación de la presión en un refrigerador comercial 21
9. Comprobación de la presión en un refrigerador doméstico 23
10. Resumen 25
11. Tareas prácticas 25
12. Examen., ... 27

Localización **de fugas de refrigerante**

L409 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Idealización de fugas, 4
- Localización de fugas con una solución, 5
- Localización de fugas con un detector de haluro, 6
- Localización de fugas con los detectores electrónicos, 8
- Localización de fugas con una solución colorante, 9
- Localización de fugas en un sistema de amoniaco, 9

Seguridad, **10**

Toma de presiones, **12**

¿Qué clase de refrigerante es? **14**
- Placa de datos del fabricante, **14**
- Placa de datos del compresor, **15**
- Placa de datos de la válvula de expansión, **15**
- Manómetro y tabla de presión, 15

Cómo calcular las temperaturas y las presiones, **17**
- Cómo encontrar las temperaturas y presiones del lado de baja, **17**
- Cómo encontrar las temperaturas y presiones del lado de alta, **18**

Comprobación de la presión en un acondicionador de aire, **19**

Comprobación de la presión en un refrigerador comercial, **21**

Comprobación de la presión en un refrigerador doméstico, 23

Resumen, 25

Tareas prácticas:
- Verificación de los datos del fabricante, 25

Examen, 27

Introducción

El trabajo cotidiano del técnico de servicio tiene mucho que ver con la recarga de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado, y con la detección de fugas de refrigerante que normalmente se presentan y que originan una alteración en la operación del sistema.

Como consecuencia de esto, usted necesita conocer cómo averiguar qué clase de refrigerante existe en un sistema antes de comenzar a trabajar en el mismo. Por lo tanto, en esta lección le proporcionaremos métodos para averiguarlo. Algunas veces, un sistema de refrigeración comenzará a tener fugas, entonces, usted necesita conocer cómo localizarlas. Aquí le diremos cómo hacer esto.

Algunos refrigerantes son muy peligrosos. Todos pueden representar un riesgo de seguridad si no los maneja correctamente. Hablaremos sobre seguridad. Conocerá las reglas de seguridad necesarias para manejar los refrigerantes correctamente; estas reglas le pueden salvar la vida. La seguridad siempre es vital. Le mencionaremos algunas reglas que se aplican a los refrigerantes. Siga siempre estas reglas. Se elaboraron para su seguridad y la de otras personas. Le protegen y, además, ahorran dinero. Los patrones aprecian a los técnicos que siguen adecuadamente las reglas de seguridad.

Definiciones y descripciones

Con esta serie de definiciones y descripciones relacionadas con lo esencial de la lección, podrá adentrarse sin miedo en el estudio de las fugas de refrigerante y su localización.

ACETILENO *(acetylene).* Hidrocarburo gaseoso (C2 H2) que se obtiene por la acción del agua sobre el carburo de calcio.

AIRE COMPRIMIDO *(compressed-air).* Aire ambiente al que se le ha elevado la presión haciéndolo pasar por un compresor.

ASIENTO TRASERO *(back seat).* Término que indica el giro de una válvula, en el sentido contrario a las manecillas del reloj, hasta llegar a su tope.

AVERIA *(breakdown).* Deterioro, rotura o detención en el funcionamiento de una máquina.

BOMBA DE VACIO *(vacuum pump).* Mecanismo que puede crear vacíos en un rango de 1,000 a 1 micrones.

CORROER *(corrode).* Efecto que determinad contactodel agua fuerte con el metal.

DETECTOR DE FUGAS *(leak detector).* Equipo o instrumento usado para descubrir fugas. Por ejemplo, una antorcha halógena, un aspirador electrónico, o una solución jabonosa.

FILTRO DESHIDRATADOR *(dehydrator).* Dispositivo que contiene una sustancia usada para quitar humedad del sistema refrigerante.

FUGA *(leak).* Salida o escape del gas refrigerante.

GAS FOSGENO *(phosgene).* Gas tóxico formado por cloro y óxido de carbono.

INCRUSTACIÓN *incrustation).* Capa pedregosa que se forma alrededor de ciertos cuerpos que permanecen en un agua calcárea.

LADO DE *\LT\(high side).* Parte del sistema refrigerante que está bajo presión de condensación o alta presión.

LADO DE BAJA *(low side).* Parte del sistema refrigerante que tiene una presión menor, la de evaporación.

MANÓMETRO *(manometer).* Instrumento para medir la presión de gases y vapores. Se balancea la presión del gas con una columna de líquido, tal como mercurio, en un tubo en forma de U.

MASCARILLA DE PROTECCIÓN, *(protectívemask).* Dispositivo empleado por el hombre para protegerse contra la inhalación de gases tóxicos.

MATRACA *(ratchet wrench).* Herramienta que sirve para operar llaves de cubo y que cuenta con fácil regreso, sin necesidad

de extraer el cubo de la cabeza del tornillo.

MOLÉCULA *(molecule).* La parte más pequeña de un cuerpo en estado libre que puede existir.

PESO MOLECULAR *(molecular weight).* Peso de una molécula-gramo de un cuerpo.

PRENSA ESTOPAS *(stufflng box).* Parte del cuerpo de una válvula que sella al vastago contra la válvula.

PRESIÓN *(pressure).* Fuerza por unidad de área (superficie).

REFRIGERANTES DE HALURO. *(halide coolants).* Son aquellos que contienen cloro, flúor, bromo y yodo.

TEMPERATURA AMBIENTE, *(ambíent temperature).* La temperatura del aire circundante.

TERMISTOR *(thermistor).* Elemento cuya resistencia eléctrica varía cuando está expuesto a cambios de temperatura o de intensidad de luz.

VACIO PARCIAL *(partial vacuum).* Ausencia de presión.

VÁLVULA DE SERVICIO, *(service valve).* Elemento, para ser unido al sistema, que permite la abertura de orificios para medidores y/o líneas de carga. También proporciona el medio de cerrar o de abrir medidores y puntos de carga, así como de controlar el flujo de refrigerante.

Localización de fugas

El tamaño de una molécula de refrigerante está en proporción con las fugas. Si una molécula es grande, necesitará un orificio grande para escapar. El tamaño de las moléculas se mide por el peso molecular. El cuadro 9-1 ilustra el peso molecular de algunos refrigerantes.

Como usted puede ver, el R-ll necesitará una perforación mucho más grande para fugarse que el R-717.

Si usted sospecha que hay una fuga en un sistema, ésta es una manera de encontrarlo. El procedimiento recibe el nombre de prueba de fugas, y es fácil llevarlo a cabo.

Primero: limpie las entradas para carga y compruebe si hay indicios de aceite. Las entradas para carga son las válvulas a través de las cuales se agrega refrigerante al sistema. Si usted encuentra aceite, compruebe el orificio con un detector de fugas. Dentro de muy poco aprenderá todo lo relacionado con estos dispositivos.

Si no hay aceite, instale los manómetros. Más adelante en esta lección, hablaremos sobre estos medidores y su forma de usarlos. Abra las válvulas de servicio. Con esto se registrará una presión en los manómetros.

Si la lectura de la presión es de 25 libras por pulgada cuadrada (1.7 kg/cm2) o más alta, puede continuar con la prueba. Hay suficiente presión en el sistema para que lo pruebe de este modo. La presión en el lado de baja debe ser lo más alta posible. Por lo tanto, mueva el control de temperatura a la posición de apagado. Caliente el evaporador. Esto lo puede hacer colocando charolas de agua caliente en contacto con el evaporador. Si está trabajando en un modelo libre de escarcha, puede cambiar el control a la posición de descongelación.

Si la lectura de la presión es menor de 25 libras por pulgada cuadrada (1.7 kg/cm2), cargue el sistema con gas refrigerante. Cargúelo hasta que el medidor indique por lo menos 25 libras por pulgada cuadrada (1.7 kg/cm2) de presión.

Asegúrese de que la unidad esté desconectada de la toma de corriente eléctrica por lo menos diez minutos antes de efectuar la prueba.

Refrigerante	Peso
R- 11	137.4
R- 12	120.9
R- 22	86.5
R-717	17.0

Cuadro 9-1. Peso molecular de algunos refrigerantes.

Revise todas las líneas y válvulas con un detector de fugas. Si se encuentra una fuga, repárela. Después, vacíe el sistema e instale un nuevo filtro deshidratador. Cargue nuevamente el sistema con refrigerante. Compruebe que sea el refrigerante apropiado.

Usted puede trabajar en un sistema que esté aislado con espuma. Si es así, no perfore la espuma con la sonda del detector. No desmonte las clavijas de plástico de los anaqueles de los lugares que esté revisando. Ambas acciones pueden liberar partículas atrapadas de refrigerante. Esto indicará una falsa fuga.

En lecciones futuras aprenderá cómo vaciar y recargar un sistema. Si conoce los pasos para efectuar la prueba de fugas, ya tendrá una ventaja inicial.

Una fuga en el evaporador puede detectarse por la presencia de aceite. El aceite se acumulará alrededor del punto donde se presente la fuga, pero no confíe en esto. Compruebe siempre con un detector de fugas. Su olfato le dirá si existe una fuga. Sin embargo, no le indicará dónde se encuentra. Cuando trabaje con R-717, debe usar siempre una mascarilla de protección. El R-717 es peligroso. Igualmente, use siempre un detector de fugas. Cantidades muy pequeñas de este refrigerante pueden hacer que pierda el conocimiento, antes incluso de que se aperciba de su efecto.

Se conocen seis métodos principales para encontrar fugas. Estos se enumeran a continuación.

- solución jabonosa
- antorcha de haluro
- detector electrónico
- solución colorante
- bujía de azufre
- papel de fenolftaleína

El método de la solución jabonosa se puede emplear con cualquier refrigerante. La antorcha de haluro y el detector electrónico solamente se utilizan con los refrigerantes de haluro. El método de la solución colorante se emplea principalmente en los sistemas de refrigeración de los automóviles. La bujía de azufre y el papel de fenolftaleína son los métodos que se usan para los sistemas de amoniaco. La mayoría de las fugas de un sistema de refrigeración son muy pequeñas. Por esto, los dispositivos que se utilizan para detectarlas tienden a ser muy sensibles.

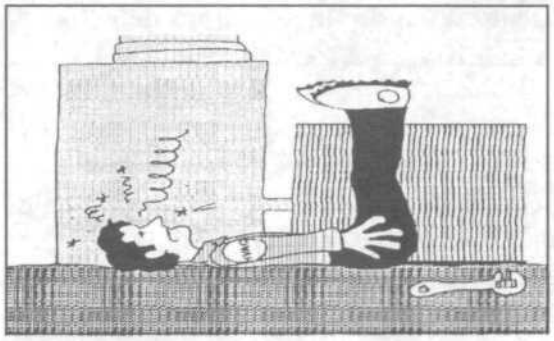


Figura 9-2. Este técnico debería haber usado una mascarilla protectora.

Localización de fugas con una solución

El uso del jabón es una manera fácil de encontrar una fuga. Aplique con un cepillo una mezcla espesa de jabón y agua en el sitio donde sospeche que haya una fuga. Si está escapando algo de gas, hará burbujear el jabón. También puede comprar una solución preparada. Se aplica con un cepillo o se hace chorrear sobre el punto sospechoso. Las soluciones preparadas no usan jabón. Emplean alguna otra sustancia que produce burbujas. Las burbujas que forman estas soluciones en caso de existir una fuga, son más fuertes y duran más tiempo que las burbujas de jabón. Asegúrese de limpiar el jabón o la solución cuando termine la prueba.

Este método no funciona bien en un sistema de alta presión que tenga una fuga. La alta presión hará estallar las burbujas antes de que puedan verse.

Localización de fugas con un detector de haluro

Un mejor sistema para detectar fugas es el detector de haluro. Sin embargo, este solamente trabaja con los refrigerantes de haluro. Es un detector muy sensible. Indicará proporciones tan pequeñas como de 20 ppm del gas refrigerante. Las antorchas de haluro se pueden obtener en muchos tamaños y estilos. Están compuestas de las partes siguientes:

- una válvula
- un quemador
- un cilindro de combustible de propano o butano
- una manguera de localización de fugas

Se admite aire a través de la manguera de localización y hacia la flama. Si hay algo de refrigerante halógeno en ese aire, la flama cambiará de color. ¿Recuerda usted cuáles son los refrigerantes halógenos? Exactamente, son los que contienen cloro, flúor, bromo o yodo.

Cuando el refrigerante pasa a través de una flama, produce un veneno. Se llama gas fosgeno. Por lo tanto, tenga cuidado cuando trabaje en un espacio cerrado. Debe usar una mascarilla protectora muy bien ajustada. También, tenga cuidado con los objetos cercanos que puedan incendiarse. La manguera de localización puede admitir vapor combustible, polvo y otros materiales hacia la flama. Esto puede causar una explosión o un incendio. Otros materiales cercanos pueden limitar el detector. No será tan sensible. Es casi imposible trabajar en el exterior con una antorcha de haluro. La Figura 9-3 muestra una antorcha de haluro.

El detector se usa más frecuentemente con un maneral estándar para antorcha. Esta tiene una válvula de cierre. Se usa acetileno como combustible. Se puede alimentar desde uno de dos tanques. Un tanque "B" contiene 40 pies cúbicos (1.13 m^3) de combustible. Un tanque "MC" contiene 10 pies cúbicos (0.28 m^3) de combustible. Este tanque tiene un dispositivo que reduce la presión. Se denomina regulador. El maneral de la antorcha está conectado a este dispositivo por medio de una manguera. Algunas veces se usa otro dispositivo en un tanque MC. Se conoce como adaptador. Sustituye al regulador.

Antes que comience a usar el detector, asegúrese de que esté limpio. Apriete todas las conexiones. Use una llave para la manguera y el regulador, o para las conexiones del adaptador. Siga las instrucciones que vienen con el dispositivo.

Arme el detector. Después, asegúrese de que la válvula de cierre en el maneral de la antorcha esté cerrada. Abra la válvula del tanque. Gírela un cuarto de vuelta. Después ajuste el regulador a 10 libras por pulgada cuadrada (0.7 kg/cm^2). La abreviatura de libras por pulgada cuadrada es en inglés psi.

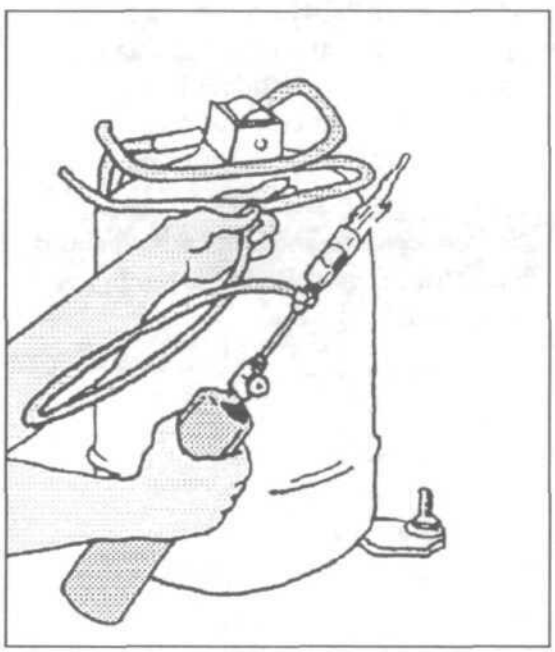


Figura 9-3. Cómo comprobar fugas con una antorcha de haluro.

Ahora, lleve a cabo la prueba de fugas en el dispositivo. Aplique una solución jabonosa espesa sobre las partes del detector que se indican a continuación.

- en el regulador
- en la conexión de la manguera al maneral
- en la conexión de la manguera al regulador
- en la conexión del regulador o el adaptador

Si encuentra una fuga, repárela antes de encender la antorcha. A menudo se puede reparar una fuga en el vastago de la válvula de un tanque pequeño si se aprieta el prensaestopas con una llave. Es posible que no se puedan reparar las fugas. En este caso, marque el tanque para devolverlo al proveedor. Póngalo en el exterior, en un lugar seguro. Comience nuevamente con otro tanque.

Si no hay fugas, abra la válvula de cierre del maneral de la antorcha. Encienda el gas. Use un fósforo o un encendedor. Ajuste la antorcha hasta que la flama sea constante.

Cuando use un tanque MC y un adaptador, siga los pasos antes descritos. Asegúrese de que la válvula de aguja del adaptador esté cerrada herméticamente. Abra ligeramente la válvula del tanque. Compruebe que no haya fugas. Si no las hay, abra la válvula de aguja del adaptador aproximadamente un cuarto de vuelta. Encienda el gas y ajuste la flama hasta que sea constante.

La flama se debe ajustar hasta que el exterior de la misma, de un color azul pálido, se extienda una pulgada (2.5 cm). Se debe extender una pulgada arriba de la placa de reacción (consulte la Figura 9-4). La flama interior debe ser clara y afilada. También se debe extender por arriba de la placa de reacción.

Si la flama exterior es de color amarillo, esto puede significar dos cosas: (1) hay refrigerante en el aire o (2) hay un material extraño en la manguera de succión. Asegúrese de que la manguera de succión esté limpia y sin dobleces. Después, compruebe que no haya suciedad en el tornillo del filtro o en el disco del mezclador. Primero, desconecte el detector de fugas. Desmonte el tornillo del filtro. Este retiene el disco mezclador. La Figura 9-4 muestra una vista del interior del detector de haluro.

Para localizar fugas, mueva la manguera de succión alrededor de todos los puntos donde pueda haber una fuga. Observe los cambios de color de la flama. Con un modelo que posee aletas a cada lado de una abertura grande en el escudo, esté atento a estos cambios. Si la flama exterior cambia al color amarillo o amarillo anaranjado, habrá una fuga pequeña. Si la flama inferior produce una luz de color azul brillante, habrá una fuga más grande. En este caso, la punta de la flama tomará un color azul púrpura muy vivo.

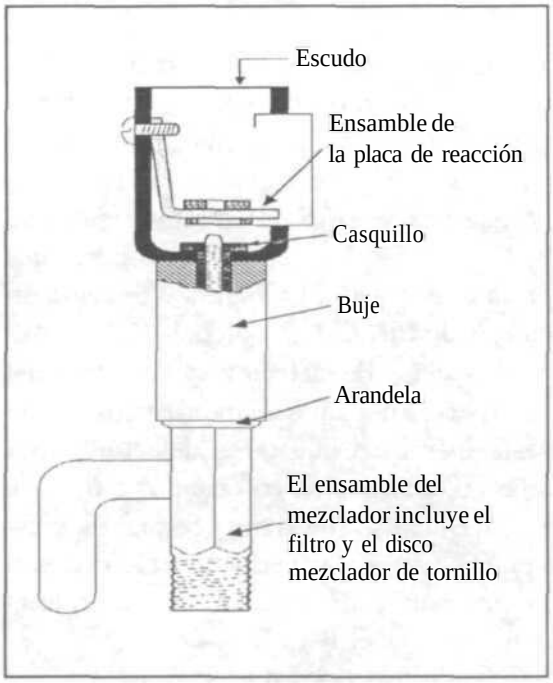


Figura 9-4. Vista interior del detector de haluro.

Con un modelo que no posea aletas a los lados del escudo, busque estos cambios: una fuga pequeña cambiará el color de la flama exterior en un brillante azul verdoso. Una fuga grande hará que la parte inferior de la flama pierda su coloración verdosa. La parte superior tomará un color azul púrpura muy vivo.

El punto exacto de una fuga pequeña se puede encontrar si se observa cuidadosamente. El color de la flama se desvanecerá tan pronto como se pase de la fuga. Con las fugas grandes, es más difícil. Tiene usted que localizar el punto de la fuga.

Como con el resto de sus herramientas, es vital el mantenimiento de su detector de haluro. Si lo usa mucho se puede formar una capa de óxido sobre la placa de reacción. Esto hace menos sensible el dispositivo. Se puede desprender esta incrustación con la hoja de una navaja. Desmonte primero la placa. También, puede usted cambiar la placa por una nueva.

Localización de fugas con los detectores electrónicos

Este es el detector de fugas más sensible que se ha desarrollado hasta la fecha. Puede descubrir fugas tan pequeñas como de 15 gramos de refrigerante al año. También es el tipo que más se emplea. Es muy seguro. Se puede usar en el exterior con condiciones normales de viento. La Figura 9-5 ilustra un detector de fugas electrónico.

Esta clase de detector solamente tiene dos aspectos negativos. Uno de ellos es que cuesta más caro que otros detectores. Sin embargo, ahorra tiempo cuando se trata de localizar incluso fugas muy pequeñas, y esto puede compensar perfectamente el costo. Por otra parte, no se puede usar cuando el refrigerante es el R-717.

Existen tres tipos que se usan más frecuentemente:

Figura 9-5. Detector electrónico de fugas.

- de fuente iónica
- de termistor
- de dieléctrico

El tipo de fuente iónica trabaja con un elemento ionizador. El instrumento advertirá al usuario la presencia de una fuga en una diversidad de formas. El dispositivo de advertencia depende de la unidad. Algunos producen un chirrido agudo si existe una fuga. Otros usan una luz intermitente en la sonda. Algunos lo hacen por medio de un zumbido.

El tipo de termistor trabaja de acuerdo con un cambio de temperatura. Cuando existe una fuga, la temperatura del sistema en el punto de escape cambia. El detector siente el cambio.

El tipo de dieléctrico es el más común. Por lo tanto, hablaremos más detalladamente sobre este tipo. Solamente se usa con los refrigerantes halógenos. Mide un equilibrio en el aire y responde únicamente a los halógenos. Es el más sensible de todos los dispositivos localizadores de fugas. Para em-

plear el dispositivo, conecte la pistola. Después, ajústela de acuerdo con las instrucciones que se encuentran en el manual del propietario. Pase la sonda sobre los puntos donde crea que pueda haber una fuga. Si hay una fuga, escuchará un sonido de advertencia, verá centellear una luz, o percibirá ambos avisos.

Cuando use el dispositivo, ponga la punta del mismo debajo de la posible fuga. El refrigerante es más pesado que el aire y se desviará hacia abajo. Mueva la punta a una velocidad aproximada de 2.5 cm por segundo. Diga "una milésima" (para pronunciar esta expresión se necesita aproximadamente un segundo) y después mueva la punta otro espacio de 2.5 cm.

Este dispositivo se activa, la mayoría de las veces, por medio de baterías para lámpara de mano. Posee una guarda de plástico para proteger la punta de la pistola. La guarda sólo se usa cuando se pueda ensuciar la punta sensora. Desmonte la punta de plástico y limpíela siempre antes de usarla. Si se tapona con suciedad o pelusa, no trabajará igual de bien.

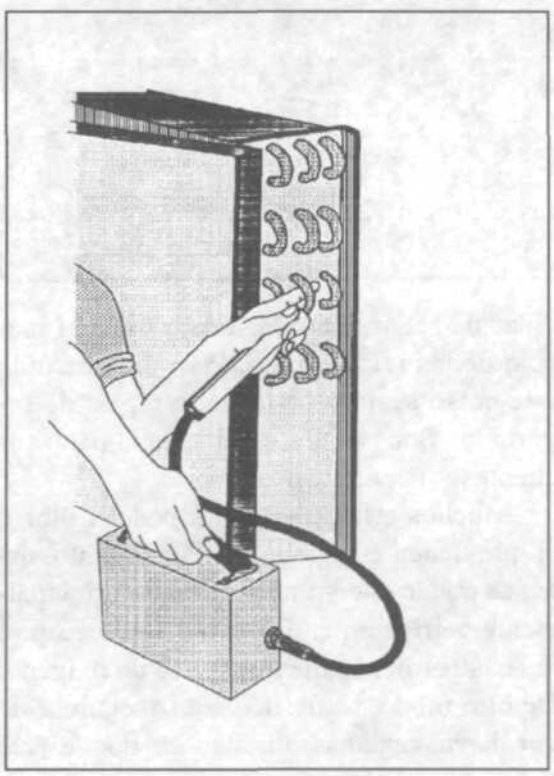


Figura 9-6. Cómo usar un detector electrónico.

Localizador! de fugas con una solución colorante

Este método se usa en los sitemas de refrigeración de los automóviles. Se puede emplear una solución colorante para cargar un sistema. Después se puede revisar el sistema en busca de fugas. La sustancia colorante viene en un refrigerante líquido. Siga las instrucciones que se encuentran en el cilindro del refrigerante. Asegúrese de que la presión no exceda de 40 libras por pulgada cuadrada (2.7 kg/cm^2) en el lado de succión del compresor. Si existe una fuga, podrá encontrarla fácilmente. Verá aparecer el colorante en el punto donde se halle cualquier fuga. También lo verá aparecer en las conexiones flojas.

Localización de fugas en un sistema de amoniaco

Como usted sabe, el R-717 tiene un olor muy fuerte. Es peligroso respirar incluso cantidades muy pequeñas de este refrigerante. Siempre podrá contar con su olfato para notar la existencia de un escape. Sin embargo, no le dirá exactamente dónde se encuentra. Lo más que le dice es que se aleje del lugar y que se coloque una mascarilla.

Un método que se usa para encontrar escapes de R-717 es la bujía de azufre. Cuando ésta entra en contacto con una fuga de R-717, despide un humo blanco y espeso. Este dispositivo sólo trabaja con fugas muy pequeñas. Si la fuga es muy grande y usted usa una bujía, ¿qué puede suceder? Justamente, puede desencadenar un incendio o hasta una explosión. Un rocío de vapor de azufre trabajará igualmente bien y es más seguro.

Otro método es el papel de fenolftaleína. La más pequeña traza de R-717 hará cambiar el color de la tira de papel al color rosa. Una cantidad grande lo hará cambiar al color rojo brillante.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V *si considera verdadera la afirmación, o la letra* F *si la considera falsa.*

1. Las entradas para carga son las válvulas a través de las cuales se agrega refrigerante al sistema. F V
2. La antorcha de haluro y el detector electrónico sirven para detectar la existencia de fugas de cualquier refrigerante. F V
3. Cuando el refrigerante pasa a través de una flama, produce un veneno que se llama fosgeno. F V
4. El detector electrónico de fugas es el detector más sensible que se ha desarrollado hasta la fecha. F V
5. La solución colorante es un método para detectar fugas de amoniaco (R-717). F V

Respuestas

1. V 2. F (La antorcha de haluro y el detector electrónico solamente se utilizan con los refrigerantes de haluro.) 3. V 4. V 5. F (Un método que se usa para encontrar escapes de R-717 (amoniaco), es la bujía de azufre.)

Seguridad

Como ya le mencionamos, algunos refrigerantes pueden ser muy peligrosos. Uno de ellos es el R-717. Es tóxico. Es inflamable. Puede explotar si se mezcla con suficiente aire. Corroe el cobre y el bronce. Usted no debe exponer sus pulmones, sus ojos o su piel a este refrigerante.

Como técnico de servicio, hay muchas cosas que usted debe hacer siempre para protegerse. En esta lección conocerá las medidas de seguridad relacionadas con el manejo de los refrigerantes. Pero durante todo este curso seguirá manejando reglas de seguridad. Son vitales para usted, para sus clientes y para su patrón.

Muchos refrigerantes no poseen olor o el que tienen es agradable. Por lo tanto, usted se puede encontrar respirando principalmente refrigerante. En el aire que respire debe haber por lo menos 19.1 % de oxígeno. De otro modo, se desmayará. Asegúrese de que haya ventanas abiertas en donde esté trabajando.

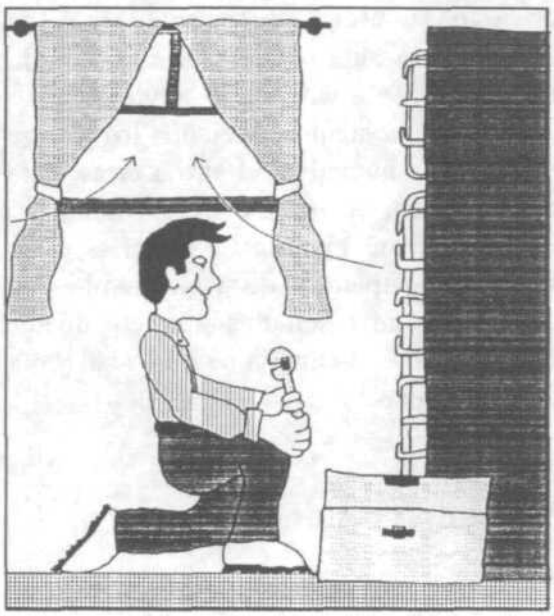


Figura 9-7. En beneficio de la seguridad, compruebe que su zona de trabajo esté bien ventilada.

Los haluros no son inflamables. No se encienden ni se queman. Sin embargo, existe un peligro cuando usted trabaja a su alrededor con una flama abierta. Los haluros, más una flama abierta, producen un gas muy tóxico. Se llama fosgeno. Este le ocasionará muchos problemas de salud si lo respira. Por lo tanto, use siempre una mascarilla protectora.

Las siguientes son otras reglas de seguridad que usted siempre debe seguir. Aprenda reglas de seguridad y sígalas. Los técnicos de servicio preocupados por la seguridad son muy apreciados por los patrones. Estos técnicos salvan vidas y ahorran dinero.

Compruebe el tipo de refrigerante antes de cargar el sistema. Debe hacerlo para evitar mezclar los refrigerantes. Averigüe cuáles son las presiones correctas de trabajo para ese refrigerante. Después, instale los manómetros para encontrar las presiones de trabajo del sistema. En una de las secciones siguientes le indicaremos cómo hacer estas cosas.

Cuando cargue o purgue un sistema, use siempre gafas de protección. Aunque el refrigerante no sea tóxico, realmente puede congelar sus ojos si entra en contacto con ellos. Si cae líquido refrigerante a sus ojos, lávelos inmediatamente con agua. Esto ayudará a impedir la congelación. Consulte enseguida a un médico. Cada vez que tenga alguna clase de accidente con un refrigerante, consulte de inmediato a un médico.

Antes de cargar un sistema verifique la fecha del cilindro del refrigerante. Cargue siempre el vapor refrigerante por el lado de baja presión del sistema. ¿Cuál es este lado? En efecto, el lado de succión del compresor. Si carga refrigerante líquido en el compresor, ¿qué sucederá? Correcto, se dañará el compresor. Hasta puede estallar.

Nunca respire vapor refrigerante de un sistema que se haya quemado. El refrigerante puede no ser peligroso, pero el vapor que despide al quemarse sí lo es. También evite el contacto de este refrigerante con su piel. Puede contener una elevada cantidad de ácido como subproducto de la combustión. Podría quemar su piel. Esto también se aplica al aceite de un sistema que se ha quemado. También contiene ácido. Use siempre gafas y guantes cuando trabaje con el refrigerante. Cuando trabaje con R-717, siempre debe usar una mascarilla. También debe hacerlo cuando trabaje con una flama abierta alrededor de refrigerantes de haluro.

De hecho, impida siempre el contacto del refrigerante líquido con su piel. Le puede causar una lesión por congelación. Si cae refrigerante líquido sobre su piel, lávese con agua. Aplique el tratamiento apropiado para una lesión por congelación.

Nunca acerque una flama abierta a un cilindro de refrigerante. Puede producir una explosión. Esto causaría graves lesiones. Asegúrese de que no se llenen por completo los cilindros con refrigerante líquido. Debe dejar espacio para la dilatación del refrige-

rante. Especialmente si el cilindro va a estar expuesto al calor. Puede explotar si se llena por completo.

Almacene los cilindros con refrigerante en un lugar fresco y seco. Úselos de manera correcta. Los tambores de almacenamiento sólo deben usarse para almacenar. Los cilindros de servicio que se pueden rellenar se deben manejar con cuidado. Los cilindros desechables deben descartarse después de usarse. Nunca llene de nuevo un cilindro desechable. Nunca use un cilindro para ningún otro refrigerante que no sea el que indica la etiqueta del cilindro. Es peligroso mezclar refrigerantes. No use los cilindros para almacenear aire comprimido. Los cilindros pueden explotar con altas presiones.

No deje caer los cilindros de refrigerante. Esto puede dañarlos. Cuando los transporte en un vehículo de carga, asegúrese de que estén bien amarrados. Instale nuevamente el casquete de protección de un cilindro de almacenamiento o de servicio cuando no lo esté usando. Esto protege la válvula. Nunca levante ni transporte un cilindro tomándolo de la válvula de servicio.

Figura 9-8. Este técnico está usando el equipo correcto de protección.

Mantenga siempre alejados los refrigerantes de la humedad, el aire u otras materias extrañas. Se pueden formar ácidos en un refrigerante expuesto a materias extrañas. Los recipientes de aceite también se deben mantener sellados herméticamente. Esto impedirá la entrada de humedad y materias extrañas.

Toma de presiones

Para que un sistema de refrigeración pueda trabajar deberá existir una diferencia de presión. Es decir, su funcionamiento depende de la diferencia entre el lado de alta y el lado de baja presión. El lado de alta es donde la presión es elevada. Esto incluye el compresor, la línea de descarga, el condensador y la línea de líquido hasta el dispositivo de control de flujo. El lado de baja es donde la presión tiene un bajo valor. En esta parte se encuentran el evaporador y la línea de succión.

Un líquido ejerce presión sobre los lados, el fondo y la tapa de un recipiente cerrado. Esta presión aumenta cuando crece la profundidad del líquido. Un gas también aplica presión sobre el recipiente que lo contiene. La presión del gas depende de dos factores. Uno de ellos es la cantidad de gas que hay en el recipiente. El otro es la temperatura del gas. La palabra "presión" se define como sigue: la tuerza por unidad de superficie. En la mayoría de los casos, esta unidad de superficie es una pulgada cuadrada (6.45 cm^2). Cuarenta y cinco libras por pulgada cuadrada significa 45 unidades de presión por pulgada cuadrada. También se expresa en paséales (Pa) o kilopascales (kPa). Un Pascal es una unidad de presión, bautizada con ese nombre en honor de un

científico del siglo XVII. El término "kilo" simplemente significa "un millar".

La presión del aire al nivel del mar es de 101.3 kPa. Es decir, 14.7 libras por pulgada cuadrada (1.033 kg/cm^2). Cuando trabajamos con sistemas de refrigeración, redondeamos estas cifras. 101.3 kPa se transforma en 100 kPa, 14.7 libras por pulgada cuadrada se convierte en 15 libras por pulgada cuadrada.

Si una presión es menor que la presión normal del aire, se denomina vacío parcial. Un vacío parcial se expresa con el símbolo "Hg".

La figura 9-9 ilustra dos de los medidores que se usan para trabajar en un sistema de refrigeración. (A) es un medidor en kilopascales. (B) es un medidor compuesto. Con el instrumento (A), las presiones de O a 100 son vacíos parciales. 100 es la presión normal del aire. Un medidor compuesto mide presiones mayores que la presión normal del aire. Estos valores los mide en libras por pulgada cuadrada de O a 50. En la mayoría de los casos, usted trabajará con medidores calibrados en libras por pulgada cuadrada. También mide presiones menores que la presión normal del aire. Estas las mide en "Hg de O a 30". Muchos medidores compuestos miden presiones de O a 250 libras por pulgada cuadrada (O a 17.0 kg/cm^2). Esta es una escala para el lado de baja presión. Los manómetros con escala para el lado de alta presión miden presiones de O a 500 libras por pulgada cuadrada (O a 34.0 kg/cm2). A menudo hay un círculo interior de números en un medidor para refrigeración. Son escalas de temperatura. Estos instrumentos también miden el vacío de O a 30" de Hg (76.2 cm). En esta escala, el O es la presión normal del aire.

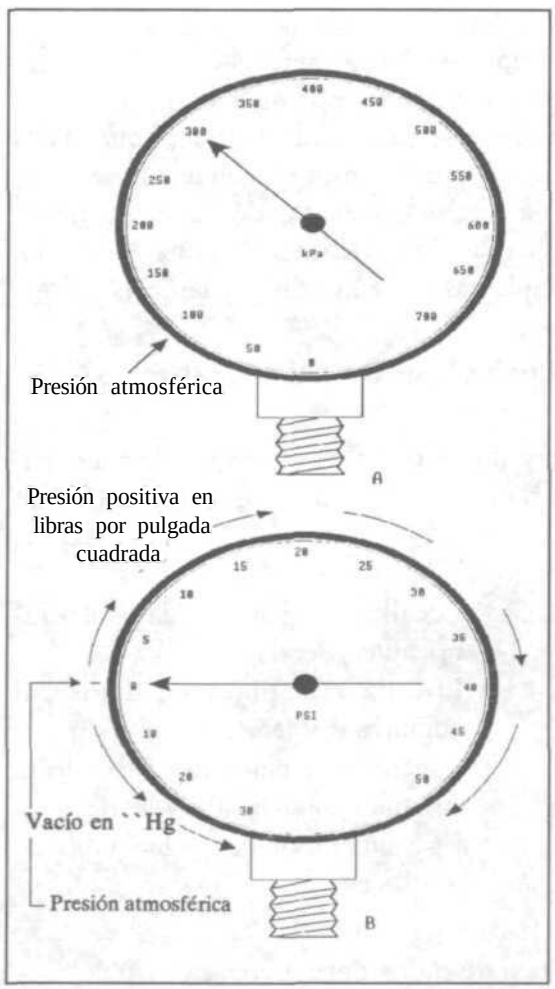


Figura 9-9. Medidores para tomar presiones en un sistema de refrigeración. (A) Medidor en kilopascales. (B) Medidor compuesto.

La Figura 9-10 muestra los medidores que usted debe conectar un sistema de refrigeración para medir la presión. Como puede ver, hay dos medidores. Uno es el manómetro para alta presión, el otro es un manómetro compuesto. Hay tres mangueras. Una se conecta a la válvula de servicio de succión. La válvula de servicio de succión se encuentra en el lado de succión del compresor. Este es el lado de baja presión. El manómetro compuesto se usa para leer la presión baja.

La segunda manguera va a la bomba de vacío o a un cilindro de refrigerante. Esto quiere decir que usted la empleará para vaciar o recargar el sistema. La tercera manguera se conecta a la válvula de servicio de descarga. Estará en el lado de descarga del compresor. Es el lado de alta presión. Este manómetro se utiliza para leer la presión alta.

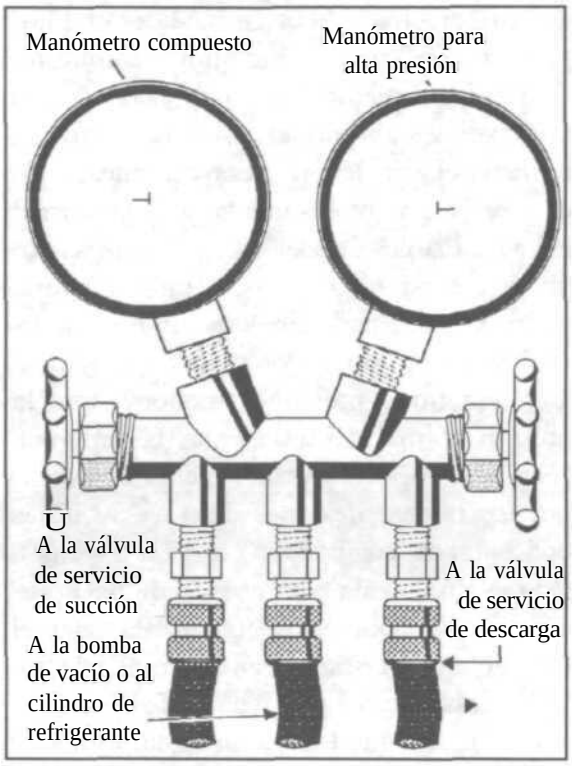


Figura 9-10. Medidores para lectura de presiones y puntos en que se conectan con el sistema de refrigeración.

Para conectar los manómetros a un sistema se necesitan los instrumentos que se indican a continuación.

- llave española
- llave de trinquete (matraca)
- trapos para taller

Usted usará su llave para desmontar los casquetes de las válvulas de servicio. Si no existen válvulas de servicio, instálelas. Enseguida, apriete la manguera del medidor compuesto en la válvula de servicio del lado de baja presión. Esta es la válvula de servicio de succión. Use la matraca para abrir la válvula de servicio. Significa que debe hacerla girar de media a una vuelta hacia la derecha. "Hacia la derecha" es la dirección en que se mueven las manecillas de un reloj. Ahora se puede leer el medidor compuesto.

Instale el manómetro en el lado de alta presión de la misma manera. Apriete la manguera del manómetro del lado de alta presión en la válvula de servicio de descarga. Abra la válvula como la anterior. Lea el medidor.

Cuando termine, abra las válvulas de servicio hasta que lleguen al asiento trasero. "Asiento trasero" es un término que indica girar hacia la izquierda hasta sus topes. Usted recordará que esta es la dirección opuesta al movimiento de las manecillas de un reloj. Con esto se abren las válvulas para usar el compresor. También se les cierra a los manómetros.

Ponga un trapo alrededor de los extremos de las mangueras cuando las separe de las válvulas. Con esto se protege de cualquier derrame de refrigerante que pueda ocurrir. Asegúrese de colocar de nuevo los casquetes de servicio. Apriételos lo más que pueda con sus dedos. Después, con una llave española gírelos un cuarto de vuelta. Siempre deje todo limpio. Limpie la zona de trabajo, limpie sus herramientas y guárdelas.

¿Qué clase de refrigerante es?

Hay cuatro cosas que usted puede hacer para saber qué clase de refrigerante hay en un sistema:

- Localizar la placa de datos del fabricante y leerla.
- Localizar la placa de datos del compresor y leerla.
- Localizar la placa de datos de la válvula de expansión y leerla.
- Usar un manómetro y una tabla de presiones.

Placa de datos del fabricante

La placa de datos del fabricante es una placa de metal colocada con tornillos en el sis-

Acondicionador de aire para ventana Wally's	BTU/hora Enfriamiento 11,000/10,700 Calefacción 10,00/8,500	Amperes 6.5/6.8 15.0/13.5
Refrigerante 22 cantidad 28.0 onzas (794 g)	Modelo No. 156 7917524 No. de serie f83441932	Watts (Calefacción) 3400/2800
Presión de prueba 150 libras por pulgada cuadrada (10-2 kg/cm²) en el lado bajo 300 libras por pulgada cuadrada (20.4 kg/cm²) en el lado alto	Monofásico 60 Hz Volts nominales 230/20 Volts de operación 253 máximo 197.6 mínimo	

Cuadro 9-11. La placa de datos del fabricante le indicará qué tipo de refrigerante se usa.

tema. Si el sistema es un acondicionador de aire para ventana, la mayoría de las veces la placa se encontrará detrás de la rejilla frontal. Si es un sistema central de aire, con más frecuencia se encontrará al lado del condensador. Se hallará cerca del tablero desmontable para servicio. Las placas de datos de los refrigeradores comerciales se pueden encontrar en uno de dos sitios: cerca del condensador, o en el interior del refrigerador.

Las placas de datos de los refrigeradores domésticos se pueden encontrar en uno de tres lugares: detrás de la placa de la rejilla, en el interior del refrigerador (en el lado inferior izquierdo), o sobre el condensador.

La placa de datos del fabricante contiene información vital acerca del sistema. Le dirá el nombre del fabricante. Le indicará el número del modelo de la unidad. También le informará del tipo de refrigerante que usa el sistema.

Placa de datos del compresor

Si no existe placa de datos del fabricante, busque la placa de datos del compresor. La encontrará en esta máquina. Le indicará el nombre de su fabricante. También le dirá el número del modelo. Así mismo le indicará el tipo de refrigerante que se usa en el sistema.

Placa de datos de la válvula de expansión

¿Todavía no hay suerte? Entonces busque la placa de datos del dispositivo de control de flujo. Esto no se podrá hacer si el dispositivo de control de flujo es un tubo capilar. Puede resultar, en cambio, si es cualquier tipo de válvula de expansión. Esta placa de datos le dirá quién fabrica el dispositivo de control de flujo. Indicará el número del modelo y el tipo de refrigerante que se emplea en el sistema.

Estas son algunas maneras fáciles de encontrar el tipo de refrigerante. Cuando no exista placa, tendrá que usar el cuarto método. (El tercer método es la forma más exacta, si no se tiene una placa donde leer los datos).

Manómetro y tabla de presión

Con el cuarto método usted necesita un manómetro y una tabla de temperatura y presión. Instale los medidores como se explicó en la última sección. Conecte el manómetro del lado de baja (manómetro compuesto) en la válvula de servicio de succión. Conecte el manómetro del lado de alta en la válvula de servicio de descarga.

Una vez que haya instalado los manómetros, éstos le indicarán la presión en el lado de alta y en el lado de baja. Ahora necesita convertir las presiones a temperaturas. Para hacer esto, use una tabla de temperatura y presión. En una lección anterior usted vio una ilustración de esta tabla. La Figura 9-12 repite una parte de dicha tabla.

La temperatura está indicada en grados Fahrenheit. Lo que usted desea saber es la temperatura en el evaporador. Por ejemplo, supongamos que es de 125°F. Ahora lea la presión. Supongamos que el medidor indica

Temperatura	Refrigerante				
	11	12	22	500	502
1	24.6	9.7	24.9	13.9	32.2
70	2.6	70.1	122.5	85.8	136.6
75	0.4	76.9	133.4	93.9	148.0
125	21.2	169.0	280.7	204.0	289.7

Cuadro 9-12. Una parte de la tabla de temperatura y presión.

21.2. ¿Cuál es el refrigerante que se usa en el sistema?

Correcto, es el R-ll. ¿Cómo lo supo? Primero: encontró la temperatura en el lado izquierdo de la tabla. Después recorrió la línea hasta encontrar 21.2, la presión. Esta presión se halla bajo el encabezado R-ll. Por lo tanto, el refrigerante es el R-11. Tomemos otro ejemplo más. La temperatura es de 70. La presión es de 136.6. ¿Cuál es el refrigerante de este sistema? Sí, es el R-502.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las lineas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Tipo de refrigerantes que cuando se ponen en contacto con fuego producen fosgeno._____
2. Instrumento de medición que sirve para medir la presión._____
3. Tipo de presión que existe en la tubería que se encuentra entre el compresor y el condensador. _____
4. Dato importante de un sistema de refrigeración que nos aporta la placa de datos del fabricante. _____
5. Dispositivo de control de flujo que generalmente no cuenta con placa de datos. _____

a. manómetro
b. clase de refrigerante empleado
c. haluros
d. tubo capilar
e. alta presión

Respuestas

1. c 2. a 3. e 4. b 5. d

Cómo calcular las temperaturas y las presiones

Para el propósito de esta lección, supondremos que usted conoce el tipo de refrigerante. En este caso, su trabajo consiste en comprobar las temperaturas y presiones. Asegúrese de que correspondan al tipo de refrigerante. Necesitará un manómetro.

Existe cierta información básica necesaria para esta sección. Usted ya cuenta con parte de ella.

La temperatura del lado de baja es la temperatura del evaporador. La temperatura del lado de alta es la temperatura del condensador. Para encontrarla, necesita conocer la temperatura ambiente del condensador. Esta es la temperatura del aire que rodea el condensador. Si sabe cuál es su valor, puede encontrar la temperatura del interior del condensador. Solamente sume 35 grados a la temperatura del aire que rodea al condensador. Este procedimiento sirve para los condensadores enfriados por aire. Si su condensador se enfría con agua, sume 20 grados.

La temperatura del interior del condensador es la temperatura del vapor de condensación. Como ya dijimos, esta temperatura se obtiene sumando 35 grados a la temperatura del aire de alrededor del condensador. Use esta temperatura para encontrar la presión del lado de alta en la gráfica.

En resume';, usted sabe cuál es el refrigerante que hay en el sistema. Usará un manómetro. Utilizará una tabla de temperatura y presión. Ahora explicaremos en detalle cómo encontrar estas temperaturas y presiones.

Cómo encontrar las temperaturas y presiones del lado de baja.

Conecte el manómetro de la manera que se describió en la sección anterior. Lea la presión en el medidor compuesto. Es el manómetro conectado a la válvula de servicio de succión; por lo tanto, le indicará la presión del lado de baja. Usted ya sabe qué tipo de refrigerante se encuentra en el sistema; puede hallar, por consiguiente, la temperatura. ¿Cómo? Usando la tabla de temperatura y presión.

Tomemos un par de ejemplos. Usaremos una parte de la tabla para ayudarnos.

En el primer ejemplo, el refrigerante es el R-22. El manómetro del lado de baja indica una lectura de 299.3 libras por pulgada cuadrada. ¿Cuál es la temperatura? Buscamos R-22 en la parte superior de la tabla. Recorremos hacia abajo la columna encabezada por R-22, hasta encontrar 299.3. Después recorremos la línea desde 299.3 hacia la izquierda. Encontramos 130 grados Fahrenheit. La temperatura del lado de baja de

	Refrigerante				
Temperatura	11	12	22	500	502
-60			19.0	11.9	7.0
-55			17.3	9.1	3.6
-6	25.5	6.2	19.4	9.9	26.0
-4	25.3	7.1	20.9	11.0	27.7
-2	25.0	8.1	22.5	12.1	29.4
125	21.2	169.0	280.7	204.0	298.7
130	24.3	181.0	299.3	218.2	318.0
135	27.4	193.5	316.6	232.1	338.1

Cuadro 9-13. Una parte de la tabla de temperatura y presión.

R-22 a 299.3 libras por pulgada cuadrada es de 130 grados Fahrenheit. Esta será la temperatura del evaporador.

Para nuestro segundo ejemplo el refrigerante será el R-717. La lectura del manómetro del lado de baja es de 18.6" de Hg. Recuerde que este es un vacío parcial. ¿Cuál es la temperatura del evaporador? Muy bien, 60 grados Fahrenheit bajo cero. Usted puede hacer esto. Es fácil. Entonces, pasemos a conocer cómo se calcula la temperatura del lado de alta.

Cómo encontrar las temperaturas y presiones del lado de alta.

Para esto necesitaremos algo de aritmética. Tendremos que sumar dos cantidades. Esto no es difícil. Primero: encuentre la temperatura del aire en el condensador. Esa es la temperatura ambiente. La temperatura del aire circundante se puede encontrar con un termómetro. Una vez que conozca la temperatura del aire que rodea al condensador, agregue 35 grados a ese valor. La suma que obtenga es la temperatura del lado de alta. Es la temperatura interior del condensador. Es la temperatura del gas de condensación. Después, busque ese número en la columna de temperaturas y vea hacia la derecha en la columna del refrigerante. El número que encuentre allí será la presión del lado de alta.

He aquí un ejemplo. El refrigerante es R-11. La temperatura del aire en el condensador es de 100 grados. Sume 35 grados. Obtendrá 135 grados. Esta es la temperatura del gas de condensación. Es la temperatura del lado de alta. Busque 135 en la columna de temperaturas. Siga la línea hasta encontrar el valor bajo el encabezado R-11. ¿Cuál es la presión? Correcto, es de 27.4 libras por pulgada cuadrada. La presión del lado de alta es de 27.4 libras por pulgada cuadrada.

Hagámoslo de nuevo. El refrigerante es R-12. La temperatura del aire en el condensador es de 90 grados. Sume 35 grados a este valor. Obtendrá 125 grados. Esa es la temperatura del gas de condensación. Es la temperatura del lado de alta. Busque 125 en la columna de temperaturas. Recorra la línea hasta el valor bajo el encabezado R-12. La presión del lado de alta es de 169 libras por pulgada cuadrada.

Ahora haremos un par de problemas sólo para estar seguros de que comprendió bien esto. Le daremos los datos. Usted calcule las respuestas. Necesitará una tabla. Primero, regresemos a la figura 9-13.

El refrigerante es el R-12. La temperatura del evaporador es de 6 grados Fahrenheit bajo cero. Usted sabe que esta es la temperatura del lado de baja. La temperatura ambiente en el condensador es de 90 grados. También sabe que es la temperatura del aire que rodea al condensador. Es un condensador enfriado por aire. ¿Qué significa esto? Quiere decir que usted debe agregar 35 grados a 90 grados para obtener la temperatura dentro del condensador.

¿Cuál es la presión del lado de baja? Esto es fácil. Busque -6 (6 grados bajo cero) en la tabla. Siga la línea hasta llegar abajo del encabezado R-12. La presión del lado de baja es de 6.2 libras por pulgada cuadrada.

¿Cuál es la presión del lado de alta? Bueno, primero debe encontrar la temperatura del lado de alta. Sume 90 y 35. Obtendrá 125. Busque 125 bajo la columna de temperatura. Siga la línea hasta debajo de R-12. La presión del lado de alta es 169.

¿Cuál es la temperatura del gas de condensación? Correcto. Ya lo ha calculado: es de 125 grados Fahrenheit.

Hagamos un problema completo nuevo.

Para este ejemplo le mostraremos otra parte de la tabla de temperatura y presión.

También usaremos un condensador enfriado por agua. ¿Qué significa esto? Quiere decir que deberá sumar 20 grados a la temperatura del aire que rodea al condensador. Esto le dirá cuál es la temperatura del lado de alta. Es la temperatura del interior del condensador. Es la temperatura del gas de condensación.

Para este problema, el refrigerante también es el R-12. La temperatura del evaporador es de 38 grados Fahrenheit. La temperatura ambiente es de 80 grados Fahrenheit. ¿Cuál es la presión del lado de baja? ¿Cuál es la temperatura del lado de alta? ¿Cuál es la temperatura del gas de condensación? ¿Cuál es la presión del lado de alta?

La presión del lado de baja es de 35.2 libras por pulgada cuadrada. ¿Cómo encontró este valor? Usted encontró la temperatura del lado de baja en la tabla - es decir, 38. Después siguió la línea hasta debajo del encabezado R-12. El número que encontró es 35.2, la presión del lado de baja.

La temperatura del lado de alta es 100°F. ¿Cómo lo sabe? Sumó 20 a la temperatura ambiente. La temperatura del aire alrededor del condensador es de 80 grados. Es un condensador enfriado por agua; por lo tanto, sumó 20 grados. Esto le dio la temperatura del lado de alta. Esta temperatura es de 100 grados Fahrenheit.

¿Cuál es la temperatura del vapor de condensación? Es la misma que la del lado de alta, o sea 100 grados.

¿Cuál es la presión del lado de alta? Es de 117.1 libras por pulgada cuadrada. ¿Cómo lo supo? Encontró la temperatura del lado de alta en la columna de la izquierda. Siguió la línea hasta debajo de la columna encabezada por R-12. El número que encontró allí es 117.1. Esta es la presión del lado de alta.

Ahora está enterado de lo que necesita saber para comprobar la presión en un sistema de refrigeración. En las tres últimas secciones de esta lección aprenderá cómo hacer esto en diferentes clases de sistemas de refrigeración.

	Refrigerante				
Temperatura	11	12	22	500	502
35	17.1	32.6	61.9	41.0	72.6
36	16.9	33.4	63.3	42.0	74.1
37	14.6	34.3	64.4	43.1	75.6
38	16.3	35.2	66.1	44.1	77.1
70	2.6	70.1	122.5	85.8	136.6
75	.4	76.9	133.4	93.9	148.0
100	8.9	117.1	197.9	141.9	214.4
130	24.3	181.0	299.3	218.2	318.0
135	27.4	193.5	316.6	232.1	331.1

Cuadro 9-14. Una parte de la tabla de temperatura y presión.

Comprobación de la presión en un acondicionador de aire

Para comprobar la presión en un acondicionador de aire necesitará ciertas cosas. Antes que nada, necesitará el acondicionador de aire. Los instrumentos que deberá usar son:

- un manómetro
- una llave española
- una llave de trinquete (matraca)
- un trapo para taller
- un termómetro
- una tabla de temperatura y presión

Asegúrese de que el acondicionador de aire esté funcionando por lo menos 30 minutos antes de que usted tome las lecturas de presión.

Lo primero que debe hacer es localizar la placa de datos. En las unidades para ven-

tana, la mayoría de las veces estas placas se encuentran detrás de la rejilla delantera. En las unidades centrales de aire se hallan al lado de la unidad de condensación. Están junto al tablero desmontable para servicio. Obtenga la información que se indica más abajo por medio de la placa de datos.

— nombre del fabricante
— número del modelo
— tipo de refrigerante

Coloque el termómetro en el aire que enfría el condensador. Lea el termómetro. Asegúrese de que este instrumento se encuentre dentro de la corriente de aire que alimenta al condensador. No mida la temperatura del aire de descarga. La lectura será la temperatura ambiente del condensador. Si es un condensador enfriado por aire, agregue 35 grados. Este valor será la temperatura del lado de alta. Es la temperatura del gas de condensación. Si es un condensador enfriado por agua, agregue 20 grados. Después puede usar la tabla de temperatura y presión. Le dirá cuál debe ser la presión del lado de alta a esa temperatura.

A continuación, use una llave española para desmontar los casquetes de los orificios para las válvulas de servicio. Si no existen orificios para válvulas de servicio, deberá instalar dichas válvulas. Apriete la manguera del medidor compuesto en la válvula de servicio del lado de baja. Esta es la válvula de servicio de succión. Use la matraca para abrir la válvula de servicio. Esto quiere decir que debe girar de media a una vuelta hacia la derecha. Hacia la derecha significa la dirección en que se mueven las manecillas de un reloj. Lea el medidor. La

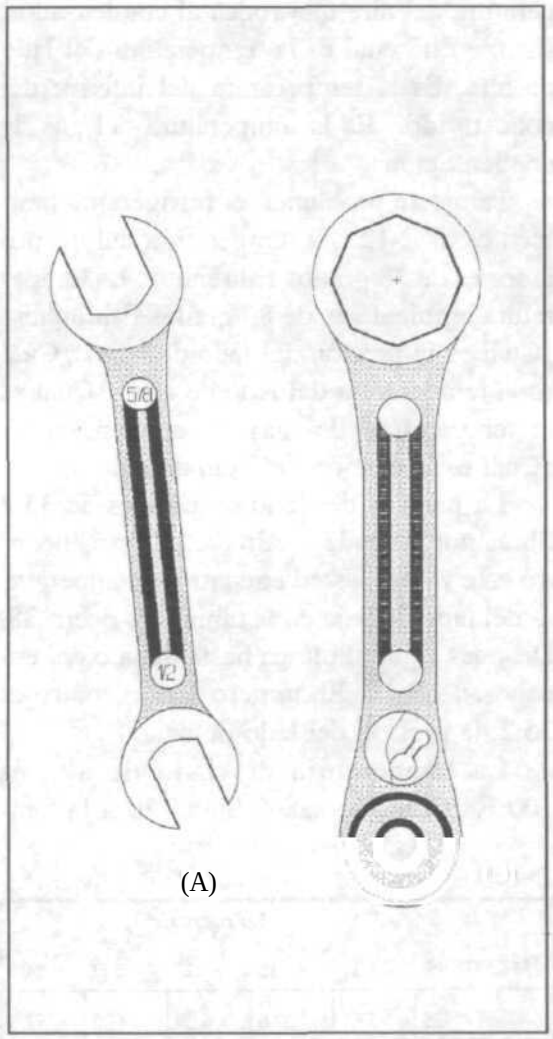


Figura 9-15. (A) Llave española (B) Matraca para refrigerante.

figura 9-15 ilustra una llave española y una matraca para refrigerante.

Compruebe la lectura del medidor con la tabla. Los datos deben corresponder al tipo de refrigerante que se use en el sistema.

Instale el manómetro en el lado de alta de la misma manera. Apriete la manguera que va del manómetro del lado de alta a la

válvula de servicio de descarga. Abra la válvula como se indicó antes. Lea el medidor.

En la Figura 9-9 vio usted un ejemplo de manómetro. Tome las presiones y las temperaturas. Use la tabla de presión y temperatura.

Debe anotar la información de la lista que sigue.

- nombre del fabricante
- número del modelo
- tipo de refrigerante
- temperatura del lado de baja presión (evaporador)
- presión del lado de baja
- temperatura ambiente
- temperatura del lado de alta
- presión del lado de alta

Ahora ya cuenta con la información suficiente para poder encontrar cada uno de estos valores. El nombre, el número del modelo y el tipo de refrigerante los encontrará en la placa de datos. Si no hay placa de datos, ya le indicamos cómo encontrar el tipo de refrigerante al tomar las lecturas de la presión. En la última sección conoció cómo encontrar las presiones y las temperaturas.

Si las lecturas de los medidores no cuadran con los números que calculó y encontró en la tabla, tenemos un problema. Por ejemplo, supongamos que tomó la temperatura del aire. Sumó 35 a ese valor. Consultó la tabla. Esta dice que la presión en el lado de alta debe ser 135. El manómetro solamente indica 100. Por lo tanto, debe haber un problema. En futuras lecciones, conocerá qué clase de problema puede ser. También sabrá cómo solucionarlo.

Cuando termine, regrese las válvulas de servicio hasta el asiento trasero. Esto significa hacerlas girar, hacia la izquierda, hasta su tope. Con ello se abren las válvulas para uso del compresor. Las cierra para el manómetro. Coloque un trapo alrededor del extremo de la manguera, cuando la separe de la válvula. Asegúrese de volver a instalar los casquetes de servicio. Apriételos tanto como pueda con sus dedos. Después, con una llave española, hágalos girar un cuarto de vuelta.

Como siempre, deje todo limpio. Limpie el lugar de trabajo. Limpie sus herramientas y retírelas.

Comprobación de la presión de un refrigerador comercial

Ahora, llevaremos a cabo los pasos necesarios para comprobar la presión en un refrigerador comercial. Una vez más, asegúrese de que la unidad haya funcionado por lo menos durante 30 minutos antes de tomar las lecturas. Los instrumentos que necesitará se enumeran a continuación.

- manómetro
- llave española
- llave de trinquete (matraca)
- trapo para taller
- termómetro
- tabla de temperatura y presión

Primero: localice la placa de datos. En la mayoría de los casos la encontrará alrededor del condensador. Algunas veces se halla en el interior del refrigerador. Tome el nombre del fabricante inscrito en la placa.

Apunte también el número del modelo y el tipo de refrigerante. Usted sabe qué hacer si no puede encontrar la placa de datos. Sabe cómo averiguar qué clase de refrigerante se emplea en el sistema. Use su manómetro y la tabla.

A continuación, coloque su termómetro dentro del compartimento del evaporador. La Figura 9-16 muestra una clase de termómetro que puede usar.

La temperatura del evaporador es la temperatura del lado de baja. A partir de este valor puede calcular la presión del lado de baja. Las lecturas del medidor y estas cifras deben coincidir. Después, tome la temperatura del aire en la habitación donde esté instalada la unidad. Esa será la temperatura ambiente. El condensador se enfría por medio de aire. Por lo tanto, sume 35 grados a esa cifra. Con ello obtendrá la temperatura del condensador. También es la temperatura del lado de alta. A partir de este valor puede encontrar la presión del lado de alta. Use la tabla de temperatura y presión. Nuevamente, al dato indicado en la tabla debe corresponder con la lectura de su manómetro.

Ahora es el momento de conectar el manómetro. Use su llave para desmontar los casquetes de las válvulas de servicio. Si no existen válvulas de servicio, instálelas. Apriete la manguera del medidor compuesto en la válvula de servicio del lado de baja. Esta es la válvula de servicio de succión. Abra la válvula. Instale el medidor en la válvula de servicio de descarga de la misma manera. Abra esta válvula. Lea el medidor. Las cifras deben corresponder con las que encontró en la tabla.

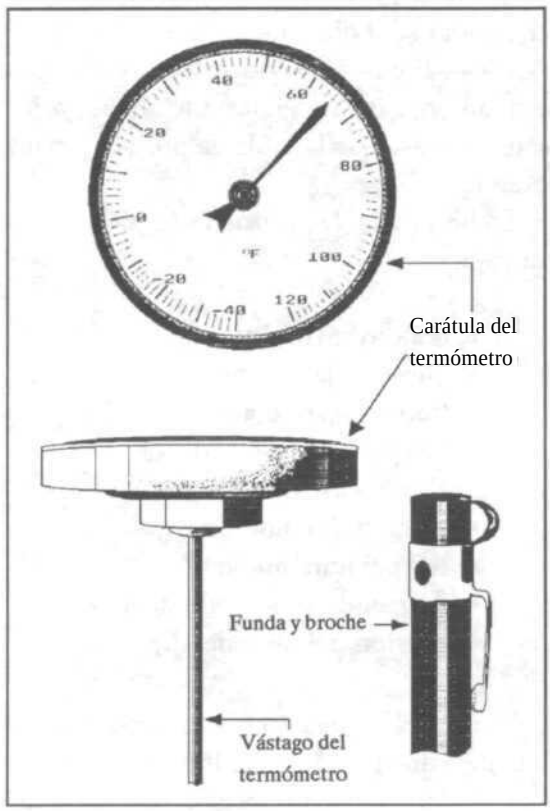


Figura 9-16. Para determinar las temperaturas de un sistema se emplea un termómetro de carátula con vastago.

Cuando termine, regrese las válvulas de servicio al asiento trasero. Con esto se cierra el paso al manómetro. Coloque un trapo alrededor del extremo de la manguera. Después, sepárela de la válvula. El trapo lo protege contra derrames de refrigerante. No olvide instalar de nuevo los casquetes de servicio. Apriételos lo más que pueda con sus dedos. Después, con su llave española hágalos girar un cuarto de vuelta. Asegúrese de limpiar sus herramientas antes de retirarlas del lugar de trabajo. Deje este espacio bien limpio.

Comprobación de la presión de un refrigerador doméstico

De nuevo, asegúrese de que la unidad haya funcionado por lo menos por espacio de 30 minutos antes de tomar las lecturas de presión. Necesitará las mismas herramientas que en el ejemplo anterior. Primero, localice la placa de datos. Busque detrás de la placa de la parte inferior de la puerta. La Figura 9-17 muestra un refrigerador doméstico. La placa protectora es la rejilla que se encuentra en la parte baja de la unidad.

Si no se encuentra allí, búsquela en el interior del gabinete en el lado inferior izquierdo. Si tampoco se localiza en ese lugar, busque en el condensador. Apunte el nombre del fabricante inscrito en la placa de datos. Anote también el número del modelo y el tipo de refrigerante que se usa en el sistema.

Use su termómetro para tomar la temperatura en el compartimento del evaporador. Este se encuentra en la parte superior de la unidad. Con esta cifra podrá encontrar la presión del lado de baja en su tabla.

A continuación, tome la temperatura de la habitación, que es la temperatura ambiente. Agregue 35 grados a ese valor. La suma es la temperatura del condensador. Use este valor para encontrar la presión del lado de alta en su tabla.

Ahora, conecte el manómetro. Hágalo exactamente en la misma manera que para los otros tipos de sistemas de refrigeración. Desmonte los casquetes de las válvulas de servicio con su llave española. Apriete las mangueras a las válvulas de servicio. Abra estas válvulas. Con eso cerrará parcialmente el paso de las válvulas al compresor. Quedará parcialmente abierto el paso de ellas hacia los manómetros. Tome la lectura de los medidores. Las cifras que indiquen estos instrumentos deben corresponder con los valores que haya encontrado al tomar las temperaturas y usar su tabla. Si no concuerdan, tenemos un problema. Conforme avance en su adiestramiento, aprenderá qué clases de problemas puede haber y cómo resolverlos.

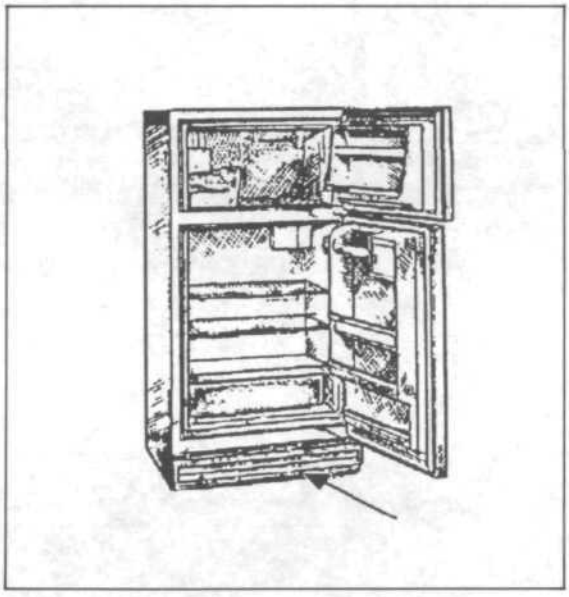


Figura 9-17. La placa de datos se puede encontrar detrás de la rejilla de la parte inferior de un refrigerador doméstico.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones,

1. Para conocer la temperatura del lado de alta presión, a la temperatura ambiente del condensador se le deberán sumar_____°F, si esto es enfriado por aire.

2. La_____relaciona la temperatura y la presión en un sistema de refrigeración con el refrigerante empleado en él.

3. Para encontrar la temperatura del lado de alta se deben sumar 20° cuando el condensador es enfriado por _____

4. Para comprobar la presión en el interior de un sistema de refrigeración se necesita: un manómetro, una llave española, una matraca, un trapo para taller,_____y una tabla de temperatura y presión.

5. Para poder comprobar la presión de un refrigerador comercial, es necesario que la unidad haya funcionado por lo menos durante_____antes de tomar las lecturas.

Respuestas

1. 35 2. tabla presión temperatura 3. agua 4. un termómetro 5. 30 minutos

Anote toda la información que haya obtenido. Haga esto siempre que revise un sistema. Le ayudará a decidir cuál es la avería, si existe alguna.

Ahora ha terminado. Regrese las válvulas hasta el asiento trasero. Coloque un trapo alrededor de las mangueras para su protección personal. Desmonte las mangueras de las válvulas de servicio. Instale de nuevo los casquetes en estas válvulas. Apriételos tanto como pueda con sus dedos. Después gírelos otro cuarto de vuelta con una llave española. Limpie y retire sus herramientas.

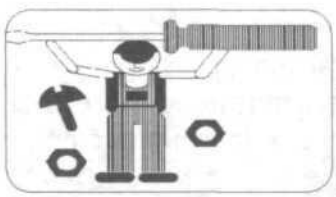
Resumen

Al término de esta lección, conocerá usted ya, en detalle, los principales sistemas seguidos para localizar una fuga de refrigerante: con una solución (de jabón y agua o previamente preparada); con un detector de haluro; con detectores electrónicos; con una solución colorante, y en un sistema de amoniaco. También conocerá otros sistemas de menor relieve: la bujía de azufre, y el papel de fenolftaleína. De todos estos sistemas, el más sensible es el de los detectores electrónicos, que sin embargo tienen la limitación de su elevado precio y de no poderse usar con el refrigerante R-717.

Algunos refrigerantes son muy peligrosos, lo que impone una serie de medidas de seguridad por su parte. De ellas las principales son la ventilación del lugar de trabajo, el uso de mascarilla protectora, la comprobación del tipo de refrigerante antes de cargar el sistema, la utilización de gafas protectoras y de guantes, la carga del refrigerante por el lado de baja presión y nunca hasta los topes, el almacenamiento de los cilindros de refrigerante en lugares frescos y secos, etc.

Igualmente, se habrá ya familiarizado con la idea de la diferencia de presión como condición esencial para el funcionamiento de un sistema de refrigeración. Sabrá lo que es el lado de alta presión, y el de baja presión, así como de qué factores depende la presión de un gas. Esto le habrá llevado a dominar los nombres de las unidades de presión, y las características de los distintos medidores.

Otro conocimiento básico que habrá adquirido es el de las cuatro maneras de identificar un refrigerante: la placa de datos del fabricante, la del compresor, la de la válvula de expansión y, por último, mediante la utilización del manómetro y la tabla de presiones. Sabrá, asimismo, cómo calcular las temperaturas y las presiones, tanto del lado de baja como del lado de alta; y cómo comprobar la presión en un acondicionador de aire, en un refrigerador comercial y en uno doméstico.



Tareas prácticas

Verificación de los datos del fabricante

Materiales que usted necesitará

- Lápiz
- Papel

Información previa

Como técnico de servicio en refrigeración y aire acondicionado, usted deberá de trabajar con distintos refrigerantes, de acuerdo al tipo de equipo con el que tenga que tratar, ya sea doméstico, comercial o industrial.

Como ya hemos estudiado en el contenido de la lección, usted puede valerse de cuatro métodos para averiguar que' refrigerante se encuentra en el interior del sistema que esté atendiendo.

Los cuatro métodos son:

- Localizar la placa de datos del fabricante y leerla

- Localizar la placa de datos del compresor y leerla
- Localizar la placa de datos de la válvula de expansión y leerla
- Usar un manómetro y una tabla de presiones

En esta práctica nos valdremos de las placas de datos para determinar el tipo de refrigerante que se encuentra en el interior del sistema. Para realizar este trabajo nos valdremos del equipo de refrigeración más comúnmente empleado: el refrigerador doméstico.

Lo que usted deberá hacer

Localizar la placa de datos del fabricante en un refrigerador doméstico.

Procedimiento

1. Localice un refrigerador de uso doméstico, como el empleado en su casa para conservar los alimentos en buen estado.
2. Abra la puerta del refrigerador y busque en el interior, específicamente en la parte inferior izquierda. Ahí deberá existir una placa metálica atornillada o adherida que contenga la información correspondiente del sistema. Esta placa tendrá el nombre del fabricante, el modelo de la unidad y el tipo de refrigerante con que está operando el sistema.
3. Si no encontró placa alguna en el interior del refrigerador, entonces cierre el refigerador y dele vuelta.
4. Busque en la parte posterior de la rejilla, y si tampoco ahí se encuentra la placa, entonces:
5. Busque en la parte superior del condensador.
6. Si por alguna razón la placa del fabricante ya ha sido retirada, entonces deberá acudir a otro recurso.
7. Localice el compresor, que se encuentra en la parte inferior, y busque la placa de datos de éste. Esta placa le proporcionará el nombre del fabricante, el número de modelo y, desde luego, el refrigerante que usa el sistema.

Conclusiones

Una vez que usted haya obtenido el dato sobre el refrigerante empleado en el sistema, podrá escoger el tipo de instrumento o método para detectar una fuga, empleará mejor su tabla de presión y sabrá que' refrigerante necesita para recargar el sistema.

Aunque localizar la placa de datos del fabricante en un sistema parezca algo trivial, para usted será muy importante en su trabajo diario, porque le ayudará a evitar errores muy costosos.

-y después, ¿qué sigue?

¿Qué importancia tienen las matemáticas básicas para el técnico en aire acondicionado y refrigeración? ¿Qué son los números enteros? ¿Qué son los signos de operación? ¿Cuáles son las cuatro operaciones clave de la aritmética?

¿Cómo se comprueba una suma, una resta, una multiplicación y una división?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta que usted considera conecta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso. Escoja una sola respuesta para cada pregunta. Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. El detector de fugas más sensible es el

a. detector electrónico de dieléctrico.
b. método de burbujas de jabón o solución.
c. detector de haluro.
d. método del papel de fenolftaleína.

2. Para carga de refrigerante un sistema se debe hacer por

a. el lado de alta presión del sistema.
b. el compresor.
c. el condensador.
d. el lado de baja presión del sistema.

3. De los tres conectores de un manómetro, uno va a la válvula de servicio de succión, otro se conecta a una bomba de vacío o a un cilindro de refrigerante y el otro va a la

a. línea de líquido.
b. válvula de servicio de descarga.
c. válvula de expansión.
d. válvula de retención.

4. La temperatura en el evaporador es de 75°. **La presión es de 93.9. Entonces el refrigerante** es

a. R-ll.
b. R-12.
c. R-22.
d. R-500

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón, correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección **L409**

5. Si el refrigerante es de R-12, el condensador se enfría con agua y la temperatura ambiente del condensador es de 110 ¿cuál es la presión del lado de alta?
a. 181.0.
b. 193.5.
c. 218.2.
d. 117.1.

6. Para desmontar los casquetes de las válvulas de servicio, antes de conectar las mangueras de los manómetros se debe usar
a. unas pinzas.
b. una llave inglesa.
c. una llave española.
d. una matraca.

7. Lo primero que debe hacer después de tomar las presiones es
a. abrir las válvulas de servicio.
b. llevar las válvulas de servicio hasta el asiento delantero.
c. volver a colocar los casquetes de servicio.
d. llevar las válvulas de servicio hasta el asiento trasero.

8. El método de detección de fallas que se emplea principalmente en los sistemas de refrigeración de los automóviles es
a. una solución colorante.
b. una solución jabonosa.
c. un detector electrónico.
d. una bujía de azufre.

9. El detector electrónico del tipo de termistor trabaja de acuerdo a un cambio de
a. presión.
b. refrigerante.
c. temperatura.
d. lubricante.

10. La herramienta que se utiliza para abrir la válvula de servicio es
a. la llave española.
b. las pinzas.
c. la llave inglesa.
d. la matraca.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. Los números enteros....3
3. Introducción a los símbolos....7
4. Signos de operación....7
5. Signos de los números....11
6. Suma de números enteros....12
7. Comprobación de la suma....15
8. Resta o sustracción de números enteros....16
9. Comprobación de la resta....18
10. Multiplicación de números enteros....19
11. Comprobación de la multiplicación....22
12. División de números enteros....23
13. Comprobación de la división....26
14. Resumen....26
15. Examen....27

Las operaciones fundamentales

L410-6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Los números enteros, 3
- Valor de lugar o de posición, 4

Introducción a los símbolos, 7

Signos de operación, 7
- El signo igual (=), 7
- El signo de sumar (+), 8
- Orden de escritura, 8
- Resta o "-", 9
- Multiplicación o "X", 9
- División o "-÷-", 10

Signos de los números, **11**

Suma de números enteros, 12

Comprobación de la suma, 15

Resta o sustracción de números enteros, 16

Comprobación de la resta, 18

Multiplicación de números enteros, 19

Comprobación de la multiplicación, 22

División de números enteros, 23

Comprobación de la división, 26

Resumen, 26

Examen, 27

Introducción

Estamos completamente convencidos de que vivimos en una época científica. Los avances de los últimos 25 años son parte de los conocimientos de la civilización en el uso de las matemáticas. Comprender las matemáticas es importante. Utilizar las matemáticas es necesario.

Mucha gente manifiesta pánico ante la necesidad de tener que usar las matemáticas, aún ante las matemáticas más simples. Las matemáticas es una materia que muchos de nosotros hemos intentado olvidar una vez que hemos egresado de la escuela. Esto es sumamente difícil, porque es una materia que no podemos darnos el lujo de olvidar. Cada persona, incluyendo a un técnico en ventilación y aire acondicionado, necesita aprender y entender las bases de las matemáticas.

En esta lección aprenderemos varias cosas acerca de las matemáticas básicas. Le aseguramos que usted necesitará poseer cierta destreza en matemáticas para desarrollar su trabajo de manera conveniente.

Daremos aquí inicio al estudio de las matemáticas comenzando con los números. Conocerá cómo se usan, leen y escriben los números. Luego veremos la suma, la resta, la multiplicación y la división de los números enteros, esto es, las operaciones básicas.

Posiblemente usted ya conozca este material bastante bien. En ese caso, estudie esta lección para lograr una reafirmación de conocimientos. Una forma de medir sus conocimientos es revisar los ejercicios de autoevaluación y el examen final. Si usted puede responder a las preguntas fácilmente, y considera que sus respuestas son correctas, entonces puede avanzar rápidamente a través de esta lección y pasar a la siguiente. Por el contrario, si se le dificulta el contestar las preguntas, entonces estudie esta lección más cuidadosamente.

Defincions y descripciones

A continuación estamos incluyendo una carta lista de conceptos que le resultarán útiles para comprender la presente lección.

DIVIDENDO *(dividend).* Número que se divide en una división.

DIVISOR *(divisor).* Número entre el que se divide el dividendo en una división.

FACTORES *(factors).* Números que se multiplican en una multiplicación.

MINUENDO *(minuend).* El número mayor de una resta.

NÚMEROSENTEROS*(wholenumbers).* Son aquellos números mayores de cero y que representan objetos contables

PRODUCTO *(product).* Resultado de una multiplicación.

SIGNOS DE OPERACIÓN *(signs of operations).* Símbolos que sirven para representar operaciones matemáticas como: (+), (-), (X), (÷)y(=).

SUMANDOS *(addends).* Números que se suman en una suma.

SUSTRAENDO *(subtraend).* El número menor en una resta.

VALOR DE LUGAR *(place valué).* Valor que tiene cada dígito que forma parte de un número entero.

Los números enteros

¿Cuántos jugadores hay en un equipo de béisbol?

¿Cuántas personas forman su familia?

¿Cuántos estados o departamentos forman su país?

¿Qué tan profundo es el Océano Pacífico?

Las respuestas a estas preguntas se dan a través de números enteros. Usted ya sabe lo que son los números enteros, aunque quizá ignore su nombre. En esta lección aprenderá acerca de los números enteros, cómo se escriben y algunas de las reglas para su uso.

El término "números enteros" significa "números contables y el cero". Ejemplo de

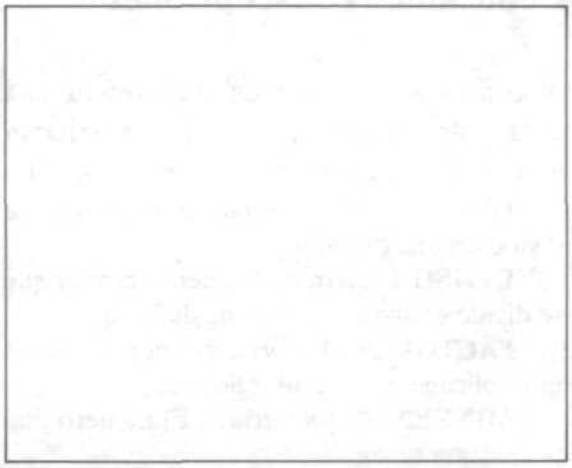


Figura 10-1. Las respuestas a estas preguntas son conocidas como "números enteros". También el cero es un número entero.

números enteros son 10, 21, 1093, y 3894. Cuando contamos cantidades como tornillos, uñas y dólares, estamos hablando de números enteros. Hay una cantidad ilimitada de números enteros. Usted siempre puede contar un número más de cualquier cantidad que se le ocurra. Los números enteros definen cuánto o cuántos (objetos, cosas, personas, etc.).

Ahora que ya tiene usted una idea de lo que son los números enteros, les daremos nombres. Los nombres comunes para los primeros diez números enteros son O, 1,2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Estos números enteros se llaman simplemente "números". Se pueden usar juntos en varias formas diferentes para expresar algún número deseado.

Valor de lugar o de posición

Los diez números mencionados arriba son llamados sistema de diez o sistema decimal. Este sistema llegó de Arabia alrededor del siglo octavo. Un aspecto importante de este sistema de diez es la colocación o posición de los números en una cierta cifra. Los números tienen diferente valor según su posición dentro de la cifra que forman. Esto se

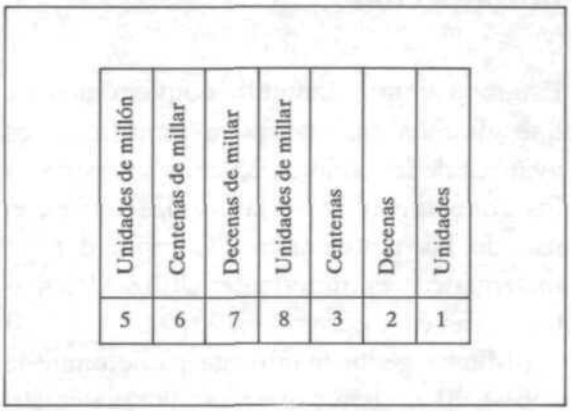


Figura 10-2. La ubicación de los números en un número cambia su valor.

denomina valor de lugar o de posición. Observe la Figura 10.2.

El número que se encuentra más a la derecha está en lo que se llama columna de las unidades. El número a su izquierda forma parte de la columna de las decenas. La tercera columna se llama columna de las centenas, y así sucesivamente.

Otra forma de decir 325 es: 300 más 20 más 5. Lea la siguiente lista de números. Observe cómo están descompuestos dentro de las mismas cifras. Esto le ayudará a comprender cómo obtener los nombres de los números enteros.

Nombre del número	Pueden ser definidos como:
2	dos unidades
10	cero unidades y una decena
12	dos unidades y una decena
20	cero unidades y dos decenas
59	nueve unidades y cinco decenas
106	seis unidades, cero decenas y una centena
397	siete unidades, nueve decenas y tres centenas

1000 cero unidades, cero decenas, cero centenas y una unidad de millar.

6590 cero unidades, nueve decenas, cinco centenas y seis unidades de millar

Como puede observar, la columna del lado derecho indica la cantidad de unidades. El dígito de la izquierda indica la cantidad de decenas y así sucesivamente.

Hagamos un ejercicio para reafirmar estos conceptos. Complete lo siguiente:

a. 9 es _____ unidades

b. 19 es _____ unidades y _____ decenas

c. 94 es _____ unidades y _____ decenas

d. 109 es _____ unidades, _____ decenas y _____ centenas

e. 1069 es _____ unidades, _____ decenas, _____ centenas y _____ unidad de millar.

¿Puso usted estas respuestas?

a. nueve
b. nueve, uno
c. cuatro, nueve
d. nueve, cero, uno
e. nueve, seis, cero, uno

Hasta ahora, ha estado aprendiendo en esta lección los nombres de los números de derecha a izquierda. Así es como se calcula el valor de lugar. Primero contará las unidades. Si existen más de nueve, tendrá que colocar la "extra" en el lugar de las decenas. Si existen más de nueve decenas, tendrá que desplazar hacia la izquierda, a la columna de las centenas, a la "extra", y así sucesivamente.

SE LEE ASÍ

42 = CUARENTA Y DOS

4 CALCULAR EL VALOR DE LUGAR ASÍ

Figura 10-3. Los números se leen de izquierda a derecha, aunque los valores de lugar se calculan de derecha a izquierda.

Por otro lado, la manera común de leer números enteros es de izquierda a derecha. He aquí un ejemplo: 42 se lee cuarenta y dos; 107 se lee ciento siete y 5,679 se lee cinco mil seiscientos setenta y nueve.

Para practicar, lea los números siguientes en voz alta o para usted mismo.

a. 9
b. 16
c. 24
d. 6,938
e. 744
f. 859
g. 7,861
h. 79
i. 1,088
j. 99

Por conocimiento del lugar que ocupa un número en una cifra, usted puede determinar el valor de éste. En el número 92, el nueve significa nueve decenas o 90. En 29, el 2 significa dos decenas. Puede así comprender la diferencia que implica el conocer o no el lugar de cada cifra dentro del número entero.

Examínese usted mismo sobre estos conceptos. Complete lo siguiente:

a. ¿Qué significa el 6 en 68?
b. ¿Qué significa el 8 en 86?
c. ¿Qué significa el 4 en 439?
d. ¿Qué significa el 9 en 98?
e. ¿Qué significa el 30 en 30?

¿Fueron estas sus respuestas?

a. seis decenas o 60
b. ocho decenas u 80
c. cuatro centenas o 400
d. nueve decenas o 90
e. tres decenas o 30

También tenemos un sistema que puede ayudarnos a leer numeraciones (o cifras) largas como 1,000 o más. La coma (,) se usa para agrupar tres dígitos al mismo tiempo, a fin de hacer fácil la lectura.

10,000 son diez mil o diez millares

100,000 son cien mil o diez millares

1,000,000 es un millón o diez 100 millares o 100 unidades de millar

10,000,000 son diez millones

100,000,000 son cien millones

1,000,000,000 son mil millones (un billón en los Estados Unidos) o diez cien millones o un millón de millares. Un billón, salvo en los Estados Unidos, es un millón de millones.

Cuando lee el número 2,497,795 usted dice "dos millones cuatrocientos noventa y siete mil setecientos noventa y cinco".

Aquí tiene otro ejemplo: Cuando usted lee el número 7,795 dice "siete mil setecientos noventa y cinco". Un número largo debe observarse de derecha a izquierda a fin de averiguar qué significa el primer número.

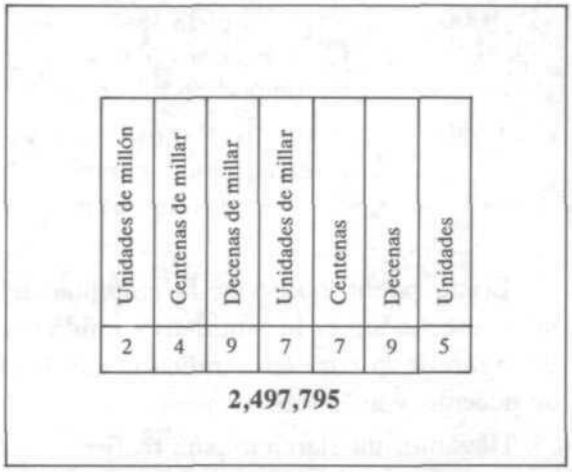


Figura 10-4. Leyendo números largos con comas.

Por ejemplo: 6,980,789

Usted sabe que el seis está en el lugar de los millones porque ha contado siete lugares desde la derecha. Observando nuestro diagrama podemos ver que el séptimo lugar es el lugar de los millones. Este número se lee "seis millones, novecientos ochenta mil, setecientos ochenta y nueve".

Examínese usted mismo sobre este concepto leyendo estos número en voz alta:

a. 10
b. 100,000
c. 100
d. 97,894
e. 106,369
f. 7,894,326

¿Sus respuestas fueron estas?

a. diez
b. cien mil
c. cien
d. noventa y siete mil ochocientos noventa y cuatro
e. ciento seis mil trescientos sesenta y nueve
f. siete millones ochocientos noventa y cuatro mil trescientos veintiséis.

La tabla de la Figura 10-5 le muestra el sistema común de nombrar números enteros

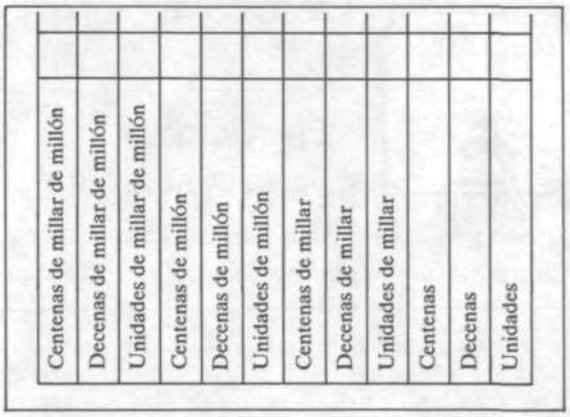


Figura 10-5. Nombres de lugar.

de hasta once lugares. Seguro que hay más lugares, pero sería raro que usted manejase números más largos en su trabajo o negocio personal.

Debe estudiar esta tabla y memorizarla. Luego será capaz de leer números enteros de izquierda a derecha, y de determinar el significado de cada cifra dentro de un número entero.

Introducción a los símbolos

En todos los trabajos existen "trucos del oficio". En matemáticas existen muchos trucos. Hay una forma sencilla de recordar cómo hacerlos. Usted aprenderá algunos de estos trucos. También hay cuatro operaciones básicas o reglas para manejar los números. Son las operaciones de sumar, restar, multiplicar y dividir números. En esta sección veremos qué significa cada una de estas operaciones y cómo se trabajan. También le introduciremos a los símbolos que se emplean para efectuar estas operaciones.

Las matemáticas hacen amplio uso de los símbolos. ¿Por qué? Para ahorrar tiempo, esfuerzo y espacio. ¿Qué pasaría si usted quisiera dividir 234,528 entre 698 y no tuviera ningún símbolo para indicar esta operación? Perdería mucho tiempo escribiendo y emplearía mucho papel para hacerlo. Un problema largo como este puede acabar resultando un lío, como puede ver en la Figura 10-6. Los símbolos hacen que los cálculos se vean más limpios y que se puedan realizar con mayor facilidad.

Los propios números son símbolos. Simbolizan cantidades. Ya verá usted porque es importante tenerlo presente dentro de un momento.

Signos de operación

El signo **igual** (=)

Este signo es muy importante en matemáticas. Sin él nunca podríamos saber qué responder. El símbolo (=) es empleado en lugar de la palabra "igual". Un ejemplo es 2 más 2 igual a 4. Por lo tanto, cada vez que usted ve el signo de igual significa que el número a cada lado es el mismo o igual al del otro. Esto suena simple, pero es un concepto importante. Más tarde usted verá por qué.

Un signo de igual es casi sagrado. Usted no puede hacer ningún cambio en un lado del signo de igual sin hacer lo mismo en el otro lado. Algunas veces, cuando están resolviendo un problema, los estudiantes desean omitir el signo igual hasta no encontrar la solución al mismo. Esto no es tan difícil con problemas simples, pero cuando los problemas son más complejos y usted em-

Doscientos treinta y cuatro mil quinientos veintiocho dividido entre seiscientos noventa y ocho es igual a trescientos treinta y seis,
O
234,528÷-698=336

Figura 10-6. ¿Qué problema le gustaría afrontar?

pieza a emplear fórmulas complicadas, omitir el signo de igual seguramente lo llevará a cometer algún error. Para empezar con buenos hábitos, utilice siempre el signo de igual cuando trabaje con problemas matemáticos.

El signo **de sumar** (+)

Este signo muestra que dos o más números pueden ser combinados o sumados juntos para dar origen a un nuevo número. En lugar de decir "2 más 2 (o "2 y 2" o "2 agregado a 2") igual a 4", es mucho más fácil usar el signo de sumar (+). Nuestro problema quedará mejor de la manera siguiente: 2 + 2 = 4. Es evidente que utilizando el signo de sumar (+) y el signo de igual (=) es más fácil leer y escribir un problema.

Usted puede ver que una suma es siempre más que poner unos números juntos. Si nosotros ponemos un 2 junto a otro 2, tendremos 22 (veintidós). Usted sabe de alguna manera que esto no es lo mismo que 4, pero, ¿sabe usted por qué? Por supuesto. Es precisamente por dos conceptos que acabamos de tratar: símbolos y valores de lugar. Usted sabe que 2 es un símbolo. Es la posición que guarda el dos. Cuando usted coloca un dos sumado a otro dos entonces tiene usted cuatro (4), no veintidós (22). Y usted sabe que 22 no es lo mismo que 4. Debido al valor de lugar, 22 significa dos unidades y dos decenas, o veintidós. Esto es diferente a 4.

Pruebe sus conocimientos sobre estos conceptos contestando las siguientes preguntas, escritas en forma simbólica:

a. ¿un gato = un perro?
b. ¿una madre = un padre femenino?
c. ¿crema de cacahuate + pan = sandwich de crema de cacahuate?
d. ¿3 + 4 = 7?
e. ¿4 + 5 = 9?

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones

1. Los números enteros son los números _____ y el _____
2. Los números tienen diferente valor según la posición que ocupan en la cifra; esto se llama valor de _____ o de _____.
3. En un número, la primera cifra de la derecha representa a las _____ y la siguiente representa a las _____
4. El número 45 está formado de 5 _____ y 4 _____
5. El signo de sumar indica que dos o más números pueden ser _____ o _____

Respuestas

1. contables y el cero 2. lugar o de posición 3. unidades, decenas 4. unidades, decenas 5. combinados o sumados

Orden de escritura

Los problemas que se escriben en línea, tal y como usted acaba de ver se dice que están en forma lineal. Seguro que ha visto usted problemas donde los números están colocados unos encima de otros, como en la Figura 10-7. En este formato, la larga línea horizontal es otro símbolo para "igual". Significa lo mismo que "=".

Cuando esté trabajando con problemas que tengan este formato, es importante no olvidar el valor de lugar. Sume todos los números que se encuentren en la columna

40	10	100	1000
+ 3	+ 7	+ 25	+ 850
43	17	125	1850

Figura 10-7. Una alternativa para los problemas de suma.

de las unidades y escriba el total abajo del signo igual. Sume las decenas en su columna correspondiente y ponga el total bajo el signo de igual. Luego haga lo mismo con las centenas, con los millares, etc.

¿Qué sucede si el total de alguna columna es mayor de nueve? En ese caso, utilice una operación llamada "llevando". Usted lleva el valor mayor de nueve al siguiente lugar. Quizá esta explicación sea demasiado simplista. Lo que realmente está usted haciendo es utilizar el siguiente lugar para ayudarse a expresar la cantidad total. Si usted piensa en ello, verá el razonamiento que encierra. Observaremos el concepto de llevando, con mayor detalle, más tarde.

Resta o "-"

Para mostrar un número que es restado de otro número, utilizamos el signo menos (-). La resta es la operación que empleamos cuando tenemos un número total de cosas y quitamos algunas del total, quedándonos con un remanente. Cuando escribimos un problema primero ponemos el símbolo numérico para el total de cosas, luego ponemos el signo menos antes del número que va a ser restado. Ejemplos de esto son como sigue:

a. 2-1 = 1
b. 4-2 = 2
c. 4 - 1 = 3
d. 7-3 = 4

Como ocurría con los problemas de sumar, los problemas de restar pueden escribirse en forma lineal, o colocando un número sobre otro, como en la Figura 10-8. El número que contiene el total se escribe en la parte superior, el número que se va a restar se escribe debajo del total, y el signo menos se coloca a su izquierda. Como en la suma, debe usted tener cuidado de respetar los valores de lugar.

Después de observar la Figura 10-8, se preguntará cómo pudo restarse el 3 del O en 40-3. En cuanto a eso, ¿cómo podemos restar números de cero en otros problemas? Usamos una operación llamada "préstamo", que es lo inverso de "llevando". Hablaremos sobre este término más adelante.

Un problema difícil de la resta es saber qué número poner en la parte superior. En nuestros ejemplos ateriores, el número mayor se colocaba en la parte superior. No obstante, en otra lección posterior aprenderá usted que se puede restar un número mayor de otro menor. ¿Cuál, entonces, va arriba? La respuesta es sencilla. Si usted lee o escucha que tiene que restar 4 de 92, entonces el problema es 92 - 4 o 92 menos 4.

Multiplicación o "x"

La multiplicación es una suma múltiple. Cuatro veces 5 significa 4 grupos, con 5 en cada grupo, todos sumados juntos. Otra forma de decir esto puede ser 5 + 5 + 5 + 5 = 20. (¿Ve cómo esto es 4 grupos de 5?) Otra manera de formular el problema sería la suma de 5 a sí mismo 4 veces. En

40	10	100	1000
- 3	- 7	- 25	- 850
40	3	75	150

Figura 10-8. Problemas de resta en forma de columna.

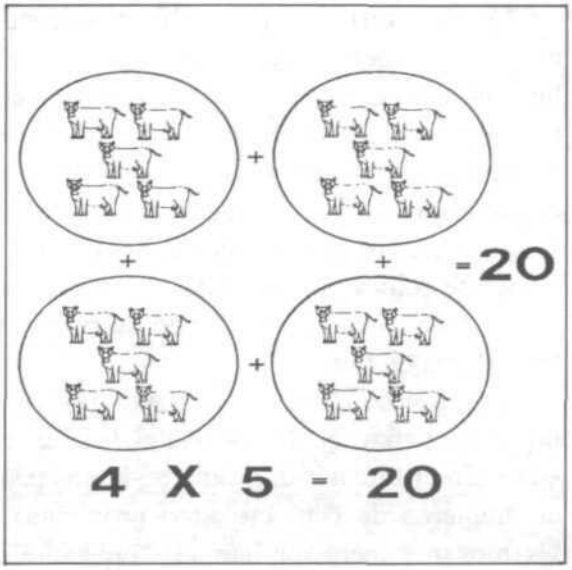


Figura 10-9. La multiplicación es una suma múltiple.

una figura, la multiplicación puede verse de esta manera:

La multiplicación se puede mostrar de un buen número de formas. Para nuestros fines seguiremos utilizando el símbolo más difundido de x. Se coloca este signo entre los números que se desean multiplicar (factores). Por lo tanto, 5 x 5 indica que 5 será multiplicado por 5. Se lee "5 veces 5" o "5 multiplicado por 5". Otro signo usado para la multiplicación es el punto "•" El punto se coloca en la misma posición que el signo x. Luego "5 veces 5" quedará, usando el punto, así: 5.5.

Observe que el punto está centrado entre los dos números.

Una forma avanzada es el abandono del símbolo de multiplicación. Los números que van a ser multiplicados (factores) se colocan lado a lado. Se utiliza el paréntesis para indicar que se trata de un problema de multiplicación. Según esto "5 veces 5" se puede representar así: 5 (5) o (5) (5).

Otra forma de escribir un signo de multiplicación es usando lo que podemos llamar dos cantidades. Esto es cuando usamos letras en lugar de números. Por ejemplo: (A) la hacemos igual a 2 y (F) la hacemos igual a 3. Si colocamos ambas letras, una junto a la otra, así: AF, tendrá el mismo significado que 2 x 3. Así, AF = 2 x 3, si A = 2 y F = 3. ¿Por qué querría usted usar letras en lugar de números? Bueno, porque utilizaríamos las letras como símbolo de un número muy largo; o porque querríamos afirmar que la relación es verdadera para cualquier par de números posible.

Los problemas de multiplicación pueden escribirse en forma lineal:

$$5 \times 5 = 25$$

o apilados:

$$\begin{array}{r} 5 \\ \times\ 5 \\ \hline 25 \end{array}$$

Otra vez le recordamos que deberá tomar en cuenta los valores de lugar cuando trabaje con estos problemas.

La respuesta a un problema de multiplicación se llama "producto".

División o "-÷-"

La división se indica por el símbolo "÷". El problema "8 ÷ 4" se lee "8 dividido entre 4". La división también puede escribirse colocando el número que va a ser dividido dentro de un signo de división. Cuando se use este signo, un simple problema de división como 8/4 se lee "8 entre 4" o "8 dividido entre 4".

Otra forma de indicar una división es escribir el número que va a ser dividido arriba del número por el cual va a ser dividido.

Por ejemplo:

$$\frac{8}{4}$$

se lee "8 sobre 4" o "8 dividido entre 4". También puede ver que hay una línea diagonal que se usa como signo de división, como en 8/4. Este método se usa para escribir

cocientes o fracciones, que son realmente problemas de división. Aprenderá más acerca de cocientes y fracciones (también denominados quebrados) más tarde.

Observe el orden cuando tenga un problema de división. 8 "dividido entre" 4 no significa lo mismo que 4 "entre" 8. 8 dividido entre 4 es 2. 4 entre 8 significa 4 dividido entre 8 y la respuesta es una fracción o quebrado.

Signos de los números

Los signos de los números vienen en dos tipos, uno positivo "+" y otro negativo "-". Los números positivos son los más usados en la vida ordinaria. Note que 1, 1/2, 985, 2,543 son todo lo que llamamos "números positivos". Esto significa que son mayores de cero.

"Números negativos" son aquellos que son menores de cero. Se pueden usar para describir cosas como temperaturas muy frías, tales como "cinco bajo cero" o "menos cinco grados". Usted puede tener la necesidad de emplear números negativos al hacer el balance de su chequera. Si usted tiene un saldo de $5525.00 y emite un cheque por $6550.00, tiene un número negativo en el registro de su chequera. También está sobregirado o en "números rojos".

Generalmente, los números negativos son lo opuesto de los números positivos. Así, -1, -1/2, -985, -2,543 son todos números negativos. En esta sección le diremos brevemente cómo se usan los números negativos. Aprenderemos más sobre números positivos y negativos en próximas lecciones.

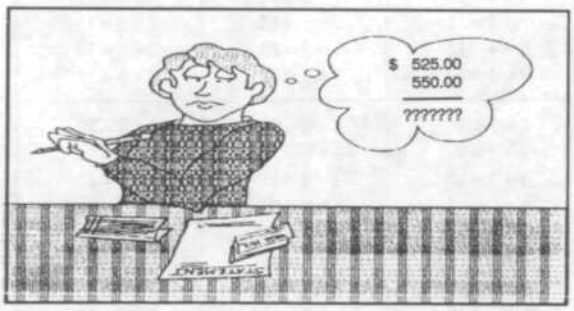


Figura **10-10.** Esta persona está lidiando con los llamados "números negativos".

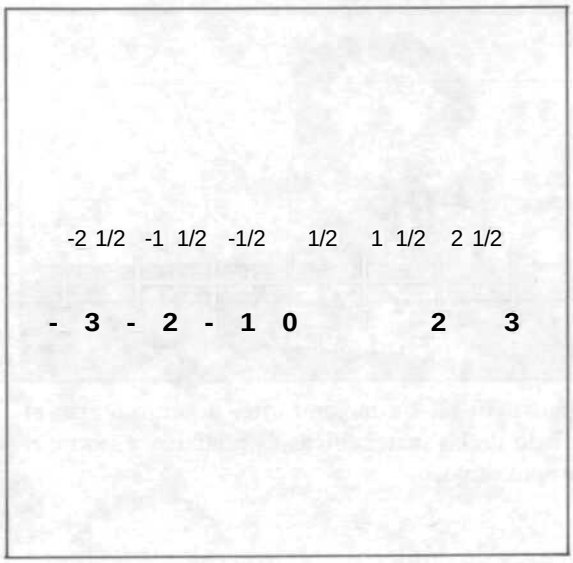


Figura 10-11. Recta numérica.

La mejor forma de ver un número positivo y negativo es en lo que se llama la recta numérica, como se muestra en la Figura 10-11. Podemos ver que el cero es el punto divisorio donde el positivo y negativo empiezan y terminan. Siempre recuerde que por cada número positivo existe un número negativo. También, por cada número negativo hay también un número positivo.

El signo "-" en -8 es llamado signo negativo. Para indicar que un número es negativo, basta que escriba el número y que coloque un signo negativo (-) delante de él. Un signo negativo es exactamente como el signo de la resta, pero tiene diferente significado. Por ahora, es todo lo que necesitamos saber acerca de los números positivos y negativos. Los veremos con mayor detalle después.

Ahora que hemos definido algunos términos básicos, estamos preparados para iniciar nuestro estudio sobre operaciones matemáticas. Hasta ahora hemos aprendido

Figura 10-12. La mejor forma de enfrentarse al miedo de las matemáticas es relajarse y seguir el propio ritmo.

acerca de números enteros, valores de lugar, y símbolos y signos de los números. Esas son las bases del primer nivel de las matemáticas. Debería enorgullecerse de haber llegado hasta este punto. Estamos seguros de que llevará a la práctica, primero durante sus estudios y luego en su trabajo, todo lo que ha aprendido.

Unas palabras antes de empezar: Si usted es uno de los que sufren de "ansiedad matemática", o de "miedo a las matemáticas", recuerde que las matemáticas son muy sencillas si las aprende de modo gradual. No se enfade si no puede resolver cierto problema. Descanse un rato de la lección. No la deje demasiado tiempo, sino lo suficiente como para relajarse y renovar fuerzas. Después regrese e intente otra vez. Usualmente es más fácil la segunda vez. De modo que tómese su tiempo y concéntrese en cada problema. Una vez más: ¡buena suerte!

Suma de números enteros

Ahora que ya conocemos la forma de escribir o leer cantidades, veamos las operaciones que pueden efectuarse con ellas. Una de las más sencillas es la de sumar. Por sumar se entiende reunir en un total dos o más números de la misma clase. El resultado se llama total o suma. Por ejemplo, si tenemos cuatro corbatas y luego compramos tres más; y si poco después un amigo nos regala otras dos, el número *total* que tendremos será de: cuatro *más* tres *más* dos, *igual a* nueve corbatas.

La operación de sumar se expresa por el signo + que se lee, *más.* Ejemplo: 9 + 6 + 3. Esto se lee: nueve *más* seis *más* tres.

El signo = expresa la frase *igual a:* Ejemplo: 6 + 2 + 4 = 12. Debe leerse: seis *más* dos *más* cuatro *igual a* doce.

Los números que han de ser reunidos se llaman *sumandos* y deben ser de la misma categoría o clase. Por esto se entiende que no se pueden sumar seis naranjas y cuatro libros, porque no resultaría un total de diez naranjas o de diez libros. Pero sí se pueden sumar cuatro naranjas y seis naranjas y obtener un total de diez naranjas. Igualmente si sumamos seis libros y cuatro libros, obenemos una suma de diez libros.

TABLA DE SUMAR

1+1=2 2+1=3 3+1=4 4+1=5 5+1=6 6+1=7 7+1=8 8+1=9 9+1=10	1+2=3 2+2=4 3+2=5 4+2=6 5+2=7 6+2=8 7+2=9 8+2=10 9+2=11	1+3=4 2+3=5 3+3=6 4+3=7 5+3=8 6+3=9 7+3=10 8+3=11 9+3=12
1+4=5 2+4=6 3+4=7 4+4=8 5+4=9 6+4=10 7+4=11 8+4=12 9+4=13	1+5=6 2+5=7 3+5=8 4+5=9 5+5=10 6+5=11 7+5=12 8+5=13 9+5=14	1+6=7 2+6=8 3+6=9 4+6=10 5+6=11 6+6=12 7+6=13 8+6=14 9+6=15
1+7=8 2+7=9 3+7=10 4+7=11 5+7=12 6+7=13 7+7=14 8+7=15 9+7=16	1+8=9 2+8=10 3+8=11 4+8=12 5+8=13 6+8=14 7+8=15 8+8=16 9+8=17	1+9=10 2+9=11 3+9=12 4+9=13 5+9=14 6+9=15 7+9=16 8+9=17 9+9=18

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido

1. Operación que empleamos cuando tenemos un número total de cosas y quitamos algunas del total, quedándonos un remanente. _____
2. Operación matemática que representa una suma múltiple. _____
3. Operación matemática que nos sirve para saber cuántas veces cabe un número en otro. _____
4. Nombre matemático que se da a los números menores de cero. _____
5. Nombre matemático que se da a los números que se han de sumar. _____

a. división
b. sumandos
c. números negativos
d. resta
e. multiplicación

Respuestas

1.d 2.e 3.a 4.c 5.b

El orden en que se sumen los números no importa, siendo el resultado o total el mismo. Es indiferente si se suman 9 más 7 más 3, o 3 más 7 más 9, pues de cualquier modo el total es 19. Para sumar números pequeños se toma el primer número de la serie y se le suma el siguiente número; al total de éstos se le suma el número que sigue y así sucesivamente, hasta haber sumado todos.

Aunque esta operación ya la efectuamos en los ejemplos que hemos dado, para mejor comprensión, vamos a usar un ejemplo. Tomemos la serie 9 + 4 + 7 + 8 = 28; al nueve se le suma el cuatro resultando trece, a trece se le suma el siguiente número que es siete y nos da veinte, a veinte se le suma ocho resultando un total de veintiocho.

Cuando se trata de números pequeños de una o dos cifras, es sumamente fácil hacer esta operación mentalmente si se sabe la Tabla de Sumar; al no saberla, tendrá que recurrir al uso de los dedos o haciendo rayas en un papel. La Tabla de Sumar que le proporcionamos aquí debe aprenderla de memoria, grupo por grupo. Es relativamente fácil aprender esta Tabla, pues para hacerlo se toma un grupo y se repite varias veces hasta saberlo, pasando entonces al siguiente y aprendiéndolo de memoria en la misma forma, hasta saber toda la Tabla. Cuando la haya aprendido, podrá hacer las sumas de números pequeños mentalmente y se le facilitará la suma de números mayores.

Ya hemos tratado de la suma de números pequeños que pueden sumarse mentalmente con la ayuda de la Tabla de Sumar; ahora debemos aprender el método de sumar números grandes. Esto no se puede hacer tan sólo mentalmente, sino que es necesario hacerlo con la ayuda de papel y lápiz. Cuando se desea efectuar la suma de cantidades grandes se colocan todos los números que han de sumarse uno debajo del otro,

vigilando que las unidades queden debajo de las unidades, las decenas debajo de las decenas, las centenas debajo de las centenas, etc. Se dibuja una raya debajo del último número.

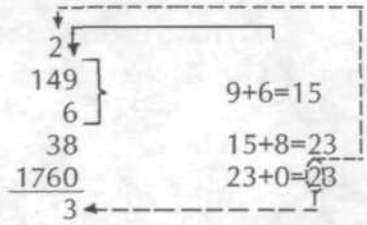
Como ejemplo notemos la serie de números que sigue: 32, 1415, 3, 210. Si deseamos indicar que estos números de deben sumar, lo hacemos escribiéndolos de este modo: 32 + 1415 + 3 + 210. Ahora, si vamos a efectuar la operación de sumarlos, que nos indica el signo, es necesario colocarlos en columna vertical, es decir, uno debajo del otro, como explicamos en el párrafo anterior. Por ejemplo:

```
    32
  1415
+    3
   210
```

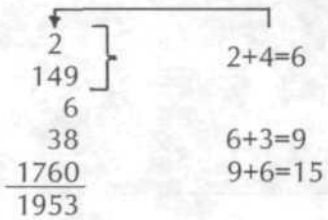
Procedemos a sumar la primera columna de la derecha, anotando el total debajo de la raya, en línea con la primera columna, si es menor de diez. Si el total es mayor de nueve, colocamos debajo de la raya la última cifra de este total y la cifra restante se la sumamos a la siguiente columna. Así continuamos hasta haberlas sumado todas.

A primera vista le parecerá que este proceso es entretenido, pero después de unas cuantas operaciones verá el verdadero valor por su rapidez y eficiencia. Para más claridad vamos a considerar detenidamente el ejemplo que sigue: 149 + 6 + 38 + 1760.

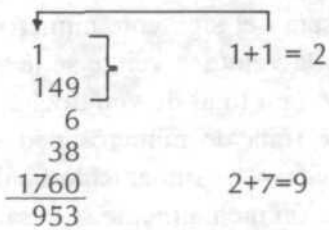
Primeramente debemos colocar los números en columnas verticales según la regla expuesta para este propósito. Note que las unidades van debajo de las unidades, las decenas debajo de las decenas, etc. Ahora procedemos a sumar mentalmente los números de la primera columna de la derecha, así: nueve más seis son quince, quince más ocho son veintitrés, veintitrés más cero son veintitrés. Como esta suma parcial es mayor de nueve, colocamos el tres debajo de la columna de las unidades y el dos lo agregamos mentalmente a la segunda columna.



El dos que llevamos de la primera columna más cuatro son seis, seis más tres son nueve, nueve más seis son quince. Aquí también resultó mayor de nueve la suma parcial y por lo tanto anotamos el cinco debajo de la columna sumada y llevamos el uno a la siguiente columna.



Ahora a la tercera columna le agregamos el *uno* de la suma anterior diciendo: uno más uno son dos, dos más siete son nueve. Como el total parcial resultó menor de diez, colocamos el nueve debajo de la tercera columna y procedemos a sumar la última columna. Esta contiene únicamente el número uno y como no llevamos nada de la columna anterior, anotamos el uno debajo de la raya. De esta forma obtenemos el total o suma final de 1953, mil novecientos cincuenta y tres.



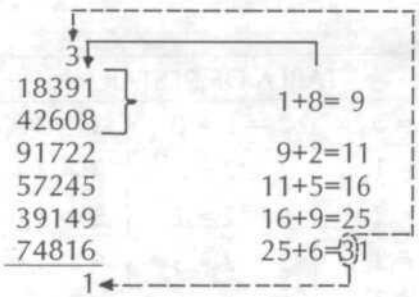
Esta forma de sumar se aplica a cualquier grupo de cantidades que se deseen sumar. No importa cuál de los números se coloque primero, pero es imperativo que siempre se coloquen las unidades debajo de las unidades y las decenas y centenas en igual forma. Al no hacerlo así será imposible obtener un resultado correcto al efectuar la suma.

```
  149
    6
   38
 1760        1=1
 1953
```

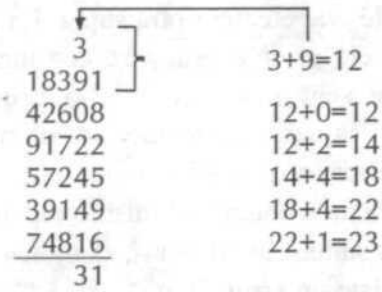
Si se le dificulta llevar en la menta los sobrantes que se han de sumar a la siguiente columna, puede anotarlos arriba de la columna a la cual se le han de sumar, haciéndolos pequeños, para no confundirlos con los números verdaderos de la suma.

Para mayor claridad, especialmente en operaciones con cantidades grandes, vamos a efectuar la suma siguiente:

Esta suma se efectúa exactamente igual que la suma del ejemplo anterior. Sumamos la primera columna de la derecha y obtenemos una suma parcial de treinta y uno; anotamos el uno debajo de la columna y llevamos el tres a la siguiente.



Luego sumamos la segunda columna y obtenemos la suma parcial de veintitrés, escribimos el tres debajo de la columna sumada y llevamos el dos a la siguiente columna.



Al efectuar la suma de la tercera columna obtenemos la suma parcial de veintinueve , anotamos el nueve y llevamos el dos a la próxima columna. La suma parcial de la siguiente columna es de treinta y tres; escribimos tres debajo de la columna correspondiente y llevamos tres que se suman a la siguiente columna.

```
  32
  18391
  42608
  91722
  57245
  39149
  74816
 323931
```

Sumando la última columna obtenemos treinta y dos. Siendo que no hay otra columna anotamos el número completo de treinta y dos debajo de la raya. Ahora, para poder leer fácilmente el total, lo separamos en grupos de tres cifras, con comas, principiando de la derecha. De este modo obtenemos un total de: 323,931, trescientos veintitrés mil novecientos treinta y uno.

Comprobación de la suma

Par tener seguridad de que los resultados obtenidos en cualquiera operación aritmética son correctos, es necesario tener algún método de comprobar la operación. Como la suma es la operación más elemental, no podemos recurrir a otro método de prueba

más simple que efectuar otra suma. La única diferencia es que esta vez la suma se efectúa en sentido contrario a la primera operación, es decir, sumando las columnas de abajo hacia arriba. Al terminar esta operación debemos obtener el mismo resultado en las dos sumas; si no es así, es indicación de que existe un error.

Si deseamos comprobar la suma del ejemplo anterior, comenzaríamos de abajo hacia arriba. Principiando con la primera columna diríamos: seis más nueve son quince, quince más cinco son veinte, veinte más dos son veintidós, veintidós más ocho son treinta, treinta más uno igual a treinta y uno. Vemos si el uno está anotado debajo de la raya y llevando tres se lo sumamos a la columna siguiente así: tres más uno son cuatro, cuatro más cuatro son ocho, ocho más cuatro son doce, doce más dos son catorce, catorce más cero igual a catorce, catorce más nueve son veintitrés. Comprobamos que el tres esté anotado bajo la raya y llevamos dos a la columna que sigue.

De este modo continuamos hasta haber sumado todas las columnas. Si obtenemos los mismos resultados en ambas operaciones, podemos estar seguros de que no hemos cometido ningún error. Por lo contrario, si los totales son diferentes, debemos determinar dónde se cometió el error, efectuando otra suma hasta obtener los mismos resultados.

Resta o sustracción de números enteros

La operación opuesta a la suma es la resta. Aquí, en lugar de agregar algo, quitamos una cantidad menor de una mayor. Por restar se entiende hallar la diferencia entre dos cantidades, rebajando o quitando una de otra. Se indica por medio del signo —. La resta se emplea a diario en la vida práctica. Por ejemplo, cuando se va de compras y se desea saber cuánto dinero queda.

Para indicar que una cantidad se ha de rebajar o restar de otra, se coloca la mayor primero y en seguida el *signo* que indica la sustracción; luego se escribe el número que se ha de restar. Por ejemplo, si deseamos restar cuatro de doce, lo indicamos así: 12 — 4, y se lee doce menos cuatro.

Para efectuar la resta, es necesario que la cantidad de donde se va a rebajar la otra sea mayor o igual a la que se va a rebajar. Por esto se entiende que para que le quitemos siete libros a alguien es necesario que efectivamente tenga siete o más libros. Si solamente tiene cuatro, es imposible quitarle siete.

El número mayor se denomina minuendo y el menos sustraendo. El resultado de la resta es la diferencia. Cuando se desea indicar una sustracción siempre se coloca el minuendo primero y después el sustraendo. El sustraendo siempre se le rebaja al minuendo.

La resta se le facilitará mucho más si aprende de memoria la Tabla de Restar que a continuación aparece. Esta la debe aprender en la misma forma que aprendió la de sumar. Una vez conocida a fondo la Tabla, se le facilitará la resta y podrá efectuar esta operación con más rapidez. Además de serle útil para restar cantidades menores mentalmente, le resultará valiosa para restar números de mayor denominación.

TABLA DE RESTAR		
1 — 1 = 0	2 — 2 = 0	3 — 3 = 0
2 — 1 = 1	3 — 2 = 1	4 — 3 = 1
3 — 1 = 2	4 — 2 = 2	5 — 3 = 2
4 — 1 = 3	5 — 2 = 3	6 — 3 = 3
5 — 1 = 4	6 — 2 = 4	7 — 3 = 4
6 — 1 = 5	7 — 2 = 5	8 — 3 = 5
7 — 1 = 6	8 — 2 = 6	9 — 3 = 6
8 — 1 = 7	9 — 2 = 7	10 — 3 = 7
9 — 1 = 8	10 — 2 = 8	11 — 3 = 8

4 – 4 = 0	5 – 5 = 0	6 – 6 = 0
5 – 4 = 1	6 – 5 = 1	7 – 6 = 1
6 – 4 = 2	7 – 5 = 2	8 – 6 = 2
7 – 4 = 3	8 – 5 = 3	9 – 6 = 3
8 – 4 = 4	9 – 5 = 4	10 – 6 = 4
9 – 4 = 5	10 – 5 = 5	11 – 6 = 5
10 – 4 = 6	11 – 5 = 6	12 – 6 = 6
11 – 4 = 7	12 – 5 = 7	13 – 6 = 7
12 – 4 = 8	13 – 5 = 8	14 – 6 = 8
7 – 7 = 0	8 – 8 = 0	9 – 9 = 0
8 – 7 = 1	9 – 8 = 1	10 – 9 = 1
9 – 7 = 2	10 – 8 = 2	11 – 9 = 2
10 – 7 = 3	11 – 8 = 3	12 – 9 = 3
11 – 7 = 4	12 – 8 = 4	13 – 9 = 4
12 – 7 = 5	13 – 8 = 5	14 – 9 = 5
13 – 7 = 6	14 – 8 = 6	15 – 9 = 6
14 – 7 = 7	15 – 8 = 7	16 – 9 = 7
15 – 7 = 8	16 – 8 = 8	17 – 9 = 8

Para mayor seguridad en las operaciones le sería muy conveniente que, al estudiar la Tabla de Restar, invertiera la operación, sumando también. Por ejemplo, al repetir "once menos cuatro son siete", podemos en seguida decir mentalmente: "siete más cuatro son once". Así veremos si en verdad quedan siete al quitarle cuatro al once. La suma mental sirve de prueba o verificación.

Ya hemos discutido la forma de restar mentalmente y ahora lo expondremos usando un ejemplo de esta operación. Vamos a restar ocho de dieciseis. En este caso simplemente decimos "dieciseis menos ocho son ocho", y para comprobarlo decimos "ocho más ocho son dieciseis". Esta sustracción se puede indicar en la forma siguiente:

16 — 8 = 8

Ahora trataremos otro ejemplo similar. Digamos que deseamos restar seis de trece, o bien 13 — 6. Sabiendo la Tabla, podemos pensar sin titubear "trece menos seis son siete", y luego decimos para comprobar esto: "seis más siete son trece".

Hasta ahora hemos tratado solamente de la resta de cantidades menores, que se pueden efectuar mentalmente conociendo la Tabla de Restar. Ahora vamos a tratar de restas de cantidades mayores, cuya diferencia no es apreciable a primera vista.

Para restar cantidades mayores se coloca el sustraendo debajo del minuendo, vigilando que las unidades queden debajo de las unidades, las decenas debajo de las decenas, etc. Se traza una raya debajo del sustraendo. Por supuesto, esta colocación es necesaria cuando se va a efectuar la operación, ya que para indicar la resta, únicamente, basta usar el signo —. Una vez colocados los números debidamente, se procede a efectuar la resta.

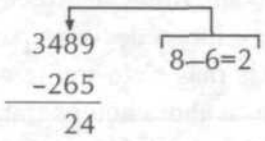
Para efectuar la resta de cantidades grandes, se empieza con la primera columna de la derecha, se sustrae la primera cifra del sustraendo de la primera del minuendo y la *diferencia* se anota debajo de la raya. Sé hace lo mismo con las demás columnas. Por ejemplo, si deseamos efectuar la resta de las siguientes cantidades: 3489 — 265: primeramente debemos colocarlas en la forma debida, como se demuestra.

```
 3489
 -265
```

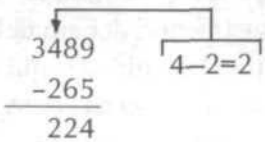
Ahora, comenzando con la primera columna de la derecha, decimos: nueve menos cinco son cuatro, y lo anotamos debajo de la raya.

```
 3489
 -265   } 9—5=4
    4
```

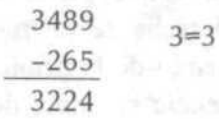
Luego procedemos con la siguiente columna diciendo, ocho menos seis son dos. El dos lo escribimos debajo de la raya.



Es la tercera columna hay que restar dos de cuatro y decimos: cuatro menos dos son dos. Anotamos este dos en la columna correspondiente.



Por último llegamos a la cuarta columna, que solamente contiene un tres. Como no hay que restarle al tres, lo escribimos debajo de la raya y completamos el proceso. Hemos obtenido la diferencia de 3224.

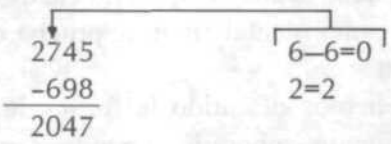


Cuando la cifra del minuendo es menor que la cifra del sustraendo, se le quita una unidad a la cifra que sigue, a la izquierda, y se aumenta diez, no olvidando rebajar *uno* de la cifra de donde se quitó. Esta operación se usa mucho y debemos aprenderla bien. No es difícil, sólo exige cuidado. Vamos a usar un ejemplo: 2745 — 698.

Primero colocamos el sustraendo y minuendo en forma debida, uno debajo del otro, Ahora, comenzando con la primera columna a la derecha debemos sustraer ocho de cinco, pero no es posible hacer esto. Entonces le quitamos uno al cuatro que sigue y sumamos diez al cinco de la primera columna, lo que nos da quince. A quince le quitamos ocho y nos quedan siete. Escribimos siete debajo de la raya.

No olvidemos rebajar al cuatro el uno que le hemos quitado, lo que lo convierte en tres. En la siguiente columna es necesario rebajarle nueve a *tres* (no a cuatro, por haberle quitado uno a éste), pero es imposible hacerlo. De igual manera que en la operación anterior, le quitamos uno a la cifra que sigue y agregamos diez al tres, resultando trece. A trece le rebajamos el nueve y nos resta cuatro. Escribimos cuatro debajo de la raya.

Como le quitamos uno al siete de la tercera columna, nos quedan seis solamente, al cual le debemos quitar seis, restando cero. Anotamos cero en la columna correspondiente. Como en la última columna nos quedan solamente dos, lo anotamos también. La diferencia final es de 2047, dos mil cuarenta y siete.



Comprobación de la resta

La resta es la operación inversa a la de sumar; así que para comprobar una resta, basta sumar el sustraendo y la diferencia. El total obtenido debe ser igual al minuendo. Al no ser así, existe un error en la operación.

Usando el último ejemplo donde restamos 698 de 2745 y obtuvimos la diferencia de 2047, para efectuar la prueba de esta operación sumamos los dos últimos números de abajo hacia arriba, es decir: 2047 más 698. El total es igual al minuendo, o sea: 2745.

Ejercicio de Autoevaluación

En la columna de la derecha, seleccione el resultado correcto de las operaciones matemáticas de la izquierda.

1. 7 + 9 + 3 + 5 + 2 + 4 + 1 = _____

2.
```
  187
   95
  231
   14
  128
+   4
-----
```

3.
```
 1584
- 395
-----
```

4.
```
  03954
- 00204
-------
```

5. 158 + 34 – 18 =

a. 659
b. 3750
c. 31
d. 174
e. 1189

Respuestas

1. c 2. a 3. e 4. b 5. d

Multiplicación de números enteros

Ahora vamos a considerar otro proceso muy parecido al de sumar; de hecho, la *multiplicación* es un método más rápido y eficiente de expresar una suma de números del mismo valor. Por multiplicar se entiende sumar un número tantas veces como indique el otro. Estos números se llaman *factores y* el resultado se llama *producto.*

La multiplicación es de mucho valor cuando se tienen varias cosas de una clase que se desean combinar en una cantidad. Por ejemplo, pagamos catorce dólares de impuesto por mes; para saber cuánto pagamos en un año, multiplicamos *catorce* dólares por doce, que es igual que sumar catorce doce veces para obtener el mismo *resultado.* La multiplicación se indica por el signo x que se coloca entre los factores que deben multiplicarse. Para indicar la multiplicación en el ejemplo anterior, tomamos los facto-

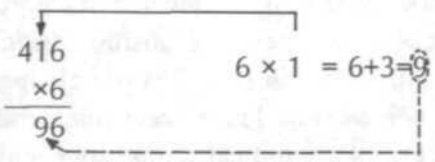
res y los separamos por medio del signo en la siguiente forma: 14 x!2, que se debe leer: "catorce por doce".

El orden de los factores no altera el producto. Es indiferente si en el problema anterior se multiplica doce por catorce o catorce por doce, de cualquier modo resulta un producto de 168. Igualmente, 2641 multiplicado por 322, o 322 multiplicado por 2641 da el mismo resultado, pero es más fácil y rápido multiplicarlo de la primera manera, así: 2641 x 322, como podrá comprobar después.

Para la multiplicación es imperativo que aprenda la Tabla de Multiplicar que hemos aquí incluido. Debe aprenderla de memoria para que pueda efectuar multiplicaciones mentales de números de una cifra, e igualmente le simplificará la de números de varias cifras. Para multiplicar un número de varias cifras por uno de una crifra, se coloca primero el mayor y debajo el número de una cifra. Este se multiplica por todas y cada una de las cifras del otro. Como ejemplo tomemos la multiplicación de los siguientes números: multiplicar 416 por 6.

El primer paso consiste en colocar el seis debajo del 416 y trazar una raya abajo. Luego decimos: seis por seis son treinta y seis. Anotamos seis abajo de la raya y decimos: "seis y llevamos tres".

En seguida decimos: seis por uno son seis, y tres que llevamos son nueve. Anotamos el nueve abajo de la raya.



Por último multiplicamos seis por cuatro, resultando veinticuatro. Escribimos la cantidad completa bajo la raya por no haber más cifras de multiplicar. El producto total es de 2496.

TABLA DE MULTIPLICAR		
1 × 1 = 1	2 × 1 = 2	3 × 1 = 3
1 × 2 = 2	2 × 2 = 4	3 × 2 = 6
1 × 3 = 3	2 × 3 = 6	3 × 3 = 9
1 × 4 = 4	2 × 4 = 8	3 × 4 = 12
1 × 5 = 5	2 × 5 = 10	3 × 5 = 15
1 × 6 = 6	2 × 6 = 12	3 × 6 = 18
1 × 7 = 7	2 × 7 = 14	3 × 7 = 21
1 × 8 = 8	2 × 8 = 16	3 × 8 = 24
1 × 9 = 9	2 × 9 = 18	3 × 9 = 27
4 × 1 = 4	5 × 1 = 5	6 × 1 = 6
4 × 2 = 8	5 × 2 = 10	6 × 2 = 12
4 × 3 = 12	5 × 3 = 15	6 × 3 = 18
4 × 4 = 16	5 × 4 = 20	6 × 4 = 24
4 × 5 = 20	5 × 5 = 25	6 × 5 = 30
4 × 6 = 24	5 × 6 = 30	6 × 6 = 36
4 × 7 = 28	5 × 7 = 35	6 × 7 = 42
4 × 8 = 32	5 × 8 = 40	6 × 8 = 48
4 × 9 = 36	5 × 9 = 45	6 × 9 = 54
7 × 1 = 7	8 × 1 = 8	9 × 1 = 9
7 × 2 = 14	8 × 2 = 16	9 × 2 = 18
7 × 3 = 21	8 × 3 = 24	9 × 3 = 27
7 × 4 = 28	8 × 4 = 32	9 × 4 = 36
7 × 5 = 35	8 × 5 = 40	9 × 5 = 45
7 × 6 = 42	8 × 6 = 48	9 × 6 = 54
7 × 7 = 49	8 × 7 = 56	9 × 7 = 63
7 × 8 = 56	8 × 8 = 64	9 × 8 = 72
7 × 9 = 63	8 × 9 = 72	9 × 9 = 81

Debe notar que cuando el producto parcial es mayor de nueve, se coloca la *última* cifra abajo de la raya y se suman las otras con el producto parcial siguiente. Cuando se multiplica el último factor entonces se coloca el producto parcial entero abajo de la raya. Si por lo pronto se le dificulta recordar el número que ha de llevar para sumar al siguiente producto parcial, puede escribirlo sobre el factor al cual se le va a sumar.

Cuando los dos factores se componen de varias cifras, se coloca el menor debajo del otro y se multiplican todas y cada una de las cifras de uno por las del otro. Los productos parciales se van colocando una cifra a la izquierda del anterior, sumándose todos al último para obtener el producto completo. Esta operación se efectúa en la misma forma que la expuesta en el ejemplo anterior, con la única diferencia de que existen varios productos provisionales que se deben sumar. Vamos a considerar el siguiente caso para mayor claridad del proceso: la multiplicación de 642 por 321, o sea: 642 x 321.

Debemos colocar primero el factor grande y debajo de éste el que es más pequeño, trazando una raya debajo de este último. (Podríamos colocar cualquiera de los dos factores primero, pero pueden ser más los factores provisionales y, por lo tanto, prolongaría indebidamente la operación.)

```
  642
× 321
```

En seguida tomamos la primera cifra de abajo llamada *multiplicador* y la multiplicamos por la primera cifra de arriba o *multiplicando,* diciendo: uno por dos son dos, anotamos el dos abajo de la raya y no llevamos nada, porque es una sola cifra. Luego decimos, uno por cuatro son cuatro y escribimos cuatro.

```
  642
× 321
    2
```

1x2 = 2

```
  642
× 321
   42
```

1 × 4 = 4

Ahora decimos: uno por seis son seis, anotamos el seis, completando así el producto provisional de 642.

```
  642
× 321
  642
```

1 × 6 = 6

Procediendo con la segunda cifra de abajo o sea el dos, lo multiplicamos en igual forma, teniendo cuidado de colocar la primera cifra debajo de la *segunda* cifra del producto provisional anterior. Multiplicamos dos por dos que dan cuatro, dos por cuatro son ocho y dos por seis son doce. El producto provisional es de 1284.

```
  642      2 × 2 = 4
× 321      2 × 4 = 8
  642
 1284      2 × 6 = 12
```

Seguimos la multiplicación, esta vez multiplicando el tres por las cifras del número de arriba. Decimos: tres por dos son seis, escribimos el seis abajo de la *segunda* cifra del producto provisional anterior, tres por cuatro son doce, anotamos dos y llevamos uno, tres por seis son dieciocho y uno que llevamos son diecinueve, apuntamos diecinueve y resulta un producto provisional de 1926.

```
  642      3 × 2 = 6
× 321      3 × 4 = 12
  642      3 × 6 = 18 + 1 = 19
 1284
1926
```

Una vez terminada la multiplicación de todas las cifras del multiplicando, trazamos una raya horizontal debajo del último producto provisional y procedemos a sumar los

productos provisionales para obtener el producto total que en este caso es de 206,082.

```
  642
× 321
  642
 1284
1926
206082
```

En ciertos casos encontrará ceros en el multiplicador, pero esto se remedia fácilmente. Cuando un factor contiene un cero en medio, se pasa a la siguiente cifra y se coloca el producto provisional de esta un lugar más hacia la izquierda. En caso de ser dos ceros, el producto provisional se escribe dos cifras más hacia la izquierda, y así sucesivamente.

Como ejemplo vamos a multiplicar 2612 x 209. Primero multiplicamos por nueve, luego como no se puede multiplicar por cero, pasamos a la siguiente cifra que es dos: multiplicamos por dos y colocamos el producto provisional, brincando un lugar de la posición normal. Sumamos los productos provisionales y obtenemos: 545,908.

```
 2612
× 209
23508
52240   ← cero imaginario
545908
```

Para que comprenda mejor el procedimiento, vamos a tomar un ejemplo en el cual tanto el multiplicando como el multiplicador contienen ceros en medio. En este caso el multiplicador contiene dos ceros. Multiplicamos en la forma debida como ya hemos demostrado en los ejemplos anteriores, pero pasando por alto los dos ceros y colocando el producto provisional siguiente *dos* cifras hacia la izquierda de lo normal. El producto total es de 100,305,106.

```
 20053
× 5002
 40106 ceros
1002650  ← imaginarios
100305106
```

Una regla que nunca falla y que puede seguir con facilidad, es la siguiente: coloque la primera cifra de cada producto provisional exactamente en línea vertical con la cifra del factor por el cual se esté multiplicando. Tomando el ejemplo anterior note que al multiplicar por el *dos* se coloca la primera cifra de su producto provisional debajo del dos; al multiplicar por *cinco* se coloca la primera cifra de su producto de modo que quede en línea vertical con el *cinco.*

Cuando los factores contienen ceros a la *derecha,* se pasan los ceros por alto y se efectúa la multiplicación en la forma normal. Después de haber obtenido el producto total, se le agregan a la derecha todos los ceros que se encuentran a la derecha *de los dos factores.* Realmente resulta fácil la multiplicación de números que terminan en ceros porque se reduce el número de cifras que han de ser multiplicadas. Por ejemplo, al multiplicar 4300 por 120, multiplicamos 43 por 12 y al producto total le agregamos los tres ceros de los dos factores, es decir: dos ceros del multiplicando (4300) y uno del multiplicador (120). En esta forma obtenemos el producto total de 516,000.

```
4300
× 120
 86
 43
516000
```

Comprobación de la multiplicación

Los resultados de una multiplicación se pueden comprobar por dos métodos. El primero

es el más común porque se puede efectuar mentalmente con rapidez y certeza. El segundo método consiste en efectuar la operación contraria a la multiplicación, o sea la división.

Veamos como es el primer método. Se suman las cifras del multiplicando y si el total pasa de nueve, se suman las cifras que forman ese total, hasta obtener un número menor de diez. Luego se suman las cifras del multiplicador en la misma manera hasta obtener un número de una cifra, es decir: menor de diez. Ahora multiplicamos los resultados de esas sumas y si el producto que se obtenga es mayor de nueve, se suman también sus cifras hasta que quede una sola. Por último se suman las cifras del producto, hasta obtener un total de una cifra. Esta debe ser igual a la cifra que se obtuvo en la operación anterior.

El ejemplo de abajo sirve para demostrar este proceso. El producto de la multiplicación es de 38,232. Ahora, para probar que este resultado es correcto, sumamos las cifras del multiplicando y obtenemos una suma de 18, pero como ésta es mayor de nueve, sumamos el uno y el ocho y obtenemos 9. Luego sumamos las cifras del multiplicador y obtenemos 3. Después multiplicamos 3 x 9 y resulta 27, pero siendo este número mayor de nueve, sumamos sus cifras, dos y siete, que dan 9.

```
  3186  (3+1+8+6=18) (1+8=9)
   ×12  (1+2=3)          ¦
  ----- ----------------- ¦
  6372  3×9=27 (2+7=9)
 3186
-----
38232  (3+8+2+3+2=18) (1+8=9)
```

Tomamos el producto y sumamos sus cifras, resultando un total de 18, reduciendo este número obtenemos nueve. Como es igual al resultado de la operación anterior, sabemos que la multiplicación está correcta.

El otro método de comprobar una multiplicación es por medio de la división. Se divide el producto entre el multiplicador. El resultado de esta operación debe ser igual al multiplicando. Usando el ejemplo anterior, para comprobarlo, dividimos 38,232 entre 12, lo que resulta en 3,186. Este número es igual al multiplicando y así queda comprobado el problema.

División de números enteros

Por división se entiende determinar el número de veces que una cantidad llamada *dividendo* contiene a otra llamada *divisor*. El resultado de esta operación se denomina *cociente*. La división se indica por medio del signo ÷ o por una raya que sirve para separar al divisor del dividendo. Por ejemplo, para indicar la división de doce entre tres, se hace de las siguientes formas:

$12 \div 3 \qquad 12/3 \qquad \frac{12}{3}$

Los números pequeños se pueden dividir mentalmente si se sabe bien la Tabla de Multiplicar que discutimos en la sección pasada. Por ejemplo, cuando se desea dividir 42 entre 6, sabiendo la Tabla de Multiplicar podemos determinar que seis multiplicado por siete es igual a cuarenta y dos; entonces cuarenta y dos dividido entre seis es igual a siete.

Hay dos métodos de efectuar la operación de dividir, uno se llama el método de *división larga* y el otro el de *división corta*. Primeramente vamos a tratar el sistema de división larga.

Se escribe el dividendo, se traza una raya arriba de la cantidad y que baje por el extremo izquierdo. Se escribe el divisor atrás de esa raya que divide las dos cantidades. Como una demostración tomaremos: 229,635/45 (dividir 229,635 entre 45). Escribimos las cantidades como sigue:

```
45 | 229635
```

Principiando por el extremo izquierdo del dividendo, tomamos las cifras que sean necesarias para que puedan contener una o más veces al divisor. Como la primera cifra es dos y no puede ser dividida entre 45, tomamos también la siguiente de la derecha y formamos así 22. Tampoco se puede dividir entre 45, por lo que tomamos una más y formamos 229, que sí es divisible entre 45.

Se aprecia el número de veces que el divisor puede ser contenido en esa cantidad y se escribe arriba de la raya, en línea con la última cifra tomada del dividendo. Esta parte es la más difícil, porque hay que calcular mentalmente cuántas veces cabe el divisor, pero el asunto se simplifica cuando son varias cifras, tomando únicamente la primera o dos primeras. En nuestro caso tenemos 229 entre 45, pero podemos tomar solamente 22 entre 4, viendo desde luego que contiene 5. Para más seguridad podemos calcular mentalmente 5 x 45 que dan 225, de modo de comprobar si el 5 es correcto. Escribimos el 5 arriba de la raya, en línea con el 9.

```
    5
45 ⌈229635
```

Se multiplica la cifra obtenida del cociente por el divisor y se resta el producto de las cifras que se tomaron del dividendo. Como obtuvimos 5 para el cociente, lo multiplicamos por 45 y escribimos el producto debajo de 229. Lo restamos y nos quedan 4.

```
    5
45⌈229635
  225
    4
```

Se repite el procedimiento, bajando cifras del dividendo hasta terminar con todas. Ahora bajamos la siguiente cifra del dividendo: el número seis, y lo anotamos a la derecha del cuatro, que nos da el número 46. Dividimos 46 entre 45 y resulta uno como cociente. Escribimos uno en seguida del cinco y arriba del 6. Luego multiplicamos 45 por uno y escribimos el producto debajo del 46 y restamos, resultando uno de diferencia.

```
    51
45 ⌈229635
  225
    46
    45
     1
```

Bajamos en seguida la siguiente cifra del dividendo, o sea 3, formando de esta manera el número 13. Trece no puede dividirse entre 45, así que apuntamos *cero* como la siguiente cifra del cociente.

```
    510
45 ⌈229635
  225
    46
    45
     13
```

Como no hubo nada que restarle al número trece, lo dejamos en el mismo sitio y nada más bajamos la siguiente cifra del dividendo: el cinco y formamos el número ciento treinta y cinco. Por último dividimos 135 entre 45 y obtenemos 3. Multiplicamos 45 por 3 y obtenemos 135, éste lo colocamos debajo del otro 135 y lo restamos, quedando cero.

```
    5103
45 ⌈229635
  225
    46
    45
     135
     135
     000
```

En muchos casos, al efectuar la división de algún número, sobra una cantidad pequeña. En esos casos se puede decir que sobran tantos o se aumenta al cociente indicando

división. Por ejemplo, al dividir 150 entre 12, el cociente resulta ser 12 y sobran 6.

Podemos decir que 150 entre 12 es igual a 12 y sobran 6. También lo podemos escribir con signos, como sigue: 150/12 = 12-6/12. (Note usted que la rayita o guión está uniendo los números, mientras que cuando se usa para indicar resta, debe haber un espacio entre las cantidades.)

```
      12
12 | 150
     12
     30
     24
      6
```

Ejercicio de Autoevaluación

En la columna de la derecha, seleccione el resultado correcto de las operaciones matemáticas de la izquierda.

1. $6421 \times 8 =$
2. $1625 \times 75 =$
3. $40821 \times 104 =$
4. $\frac{48}{4}$
5. $23 \overline{)382415}$

a. 4245384
b. 12
c. 121875
d. 16626.74
e. 51368

Respuestas

1. e 2. c 3. a 4. b 5. d

Habiendo terminado con el método de división larga, debemos de aprender en seguida el proceso de la *división corta.* Este método es muy valioso cuando se desea ahorrar trabajo escrito y se quieren hacer los cálculos mentalmente, siendo recomendada cuando el divisor es de una sola cifra.

Vamos a tomar el siguiente ejemplo: dividir 2668 entre 4.

Primero es necesario colocarlos en la misma forma anterior: el divisor primero y luego el dividendo, separados por una línea vertical. Arriba del dividendo trazamos una línea horizontal.

```
4 | 2668
```

Por observación notamos que el primer número del dividendo, el *dos,* no es divisible entre cuatro, pero 26 si se puede dividir entre cuatro, resultando seis y nos restan *dos.* Escribimos seis en línea con el seis del dividendo y llevamos dos restantes.

```
   6
4 | 2668
```

Mentalmente colocamos éste *dos* restante ante la siguiente cifra que se ha de dividir, que es el seis, formando así el número 26. Dividimos 26 entre cuatro que nos da 6 y sobran dos. Escribimos 6 arriba del seis del dividendo y llevamos dos, que colocamos mentalmente ante el ocho que es la siguiente cifra que se ha de dividir.

```
   66
4 | 2668
```

Veintiocho contiene al número 4 exactamente siete veces. Anotamos siete arriba del ocho y damos por terminada la operación, no sobrando nada.

$$4\overline{)2668}\quad 667$$

Comprobación de la división

La división es la operación inversa o recíproca de la multiplicación y por eso no hay cosa más lógica que usar la multiplicación como comprobante de la división. Para comprobar la división se multiplica el cociente por el divisor y al producto se le suma el residuo, si lo hay. Este total debe ser igual al dividendo.

Tomando el problema anterior como ejemplo, lo podemos comprobar multiplicando el cociente, que es 667, por el divisor, que es cuatro, dándonos por resultado 2668, que es igual al dividendo. De aquí se puede ver que la división estuvo correcta.

$$\begin{array}{r} 667 \\ \times\ 4 \\ \hline 2668 \end{array}$$

Resumen

Esta lección destaca la estrecha relación de los conocimientos básicos de las matemáticas con el desempeño adecuado del técnico en refrigeración y aire acondicionado. Las nociones aritméticas se utilizan para, entre otras cosas, determinar el tamaño de la unidad que se necesitará para el espacio que se va a acondicionar, así como otros factores que entran en la instalación del equipo, tales como el tamaño de los duelos. Tras definir los números enteros como "números contables y el cero", se hace un análisis de las cuatro operaciones básicas -sumar, restar, multiplicar y dividir- y de los símbolos utilizados para efectuar dichas operaciones. Anteriormente, se explica lo que es el valor de posición o de lugar de los números dentro de la cifra que forman, y qué son las unidades, las decenas, las centenas y los millares. Se indica, igualmente, lo que son "números positivos" y "números negativos", y el papel que juegan como signos numéricos. La explicación de cada una de las operaciones básicas se acompaña con las tablas respectivas y con una presentación transparente de los métodos de comprobación, todo ello ilustrado con numerosos ejemplos.

...y después, ¿qué sigue?

En esta segunda parte de la sección de matemáticas se sigue insistiendo en la conexión esencial de esta disciplina con el campo de trabajo del técnico de servicio en refrigeración y aire acondicionado. Ahora se pasa ya al estudio de realidades matemáticas más complejas, como los números fraccionarios (fracciones o quebrados) y los decimales, de los cuales no sólo se dan las oportunas definiciones sino sus cuatro operaciones básicas.

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso. Escoja una sola respuesta para cada pregunta. Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y su domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. En una cifra o número el dígito que se encuentra en el tercer sitio de derecha a izquierda representa el valor de las
a. unidades
b. decenas
c. centenas
d. unidades de millar

2. El número que representa dos unidades de millar, una centena, ocho decenas y cuatro unidades es
a. 1284
b. 2184
c. 8214
d. 8421

3. El resultado de la resta 1484-0195 es
a. 1298
b.1279
c. 1297
d.1289

4. La operación aritmética dieciséis entre ocho, se escribe
a. 16 ÷ 8 =
b. 8 ÷ 16 =
c. 16 x 8 =
d. 8 x 16 =

5. El resultado de la suma 187 + 94 + 245 + 041 = es
a. 657
b.576
c.568
d.567

6. En una resta, el número menor recibe el nombre de
a. minuendo
b. sustraendo
c. dividendo
d. divisor

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón, correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección **L410**

7. El resultado de la resta 3598-625 = es

a. 2973
b. 9273
c. 2793
d. 2739

8. El resultado de la multiplicación 629 X 35 = es

a. 22051
b. 22105
c. 22015
d. 22501

9. El resultado de la multiplicación 3400 X 140 = es

a. 467000
b. 470600
c. 460700
d. 476000

10. El resultado de la división 25834 ÷ 69 es

a. 274.4
b. 374.4
c. 474.4
d. 347.4

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. Fracciones....3
3. Reducción de fracciones....10
4. Mínimo común denominador....13
5. Suma de fracciones....15
6. Sustracción de fracciones....16
7. Multiplicación de fracciones....17
8. División de fracciones....18
9. Cancelación para simplificar....19
10. Decimales....20
11. Suma de decimales....21
12. Sustracción de decimales....22
13. Multiplicación de decimales....22
14. División de decimales....24
15. Resumen....25
16. Examen..,,.27

Fracciones y decimales

L411 **6a**

Hemphill Schools

Conténido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Fracciones, 3

- Fracciones propias e impropias, 4
- Fracciones especiales, 4

Reducción de fracciones, **10**

- Reduciendo fracciones comunes, **10**
- Reduciendo fracciones impropias, **11**
- Número mixto, **12**

Mínimo común denominador, **13**

Suma de fracciones, **15**

Sustracción de fracciones, **16**

Multiplicación de fracciones, **17**

División de fracciones, **18**

Cancelación para simplificar, **19**

Decimales, 20

Suma de decimales, 21

Sustracción de decimales, 22

Multiplicación de decimales, 22

División de decimales, 24

Resumen, 25

Examen, 27

Introducción

En la lección anterior hemos estudiado de forma amplia las operaciones básicas de las matemáticas, operaciones que serán de gran utilidad en el trabajo, desde para llevar el control de gastos e ingresos hasta para obtener las temperaturas internas del condensador y del evaporador a partir de la temperatura ambiente.

Ahora entraremos en el estudio de los números fraccionarios, también llamados simplemente fracciones o quebrados, y de los decimales. Esta parte de la matemática, como toda ella, es de suma importancia para el técnico de servicio en refrigeración y aire acondicionado. Es vital que esta lección, como cada una de las que conforman el curso, la estudie con mucho cuidado. Quizá usted ya conozca, como producto de estudios anteriores, alguno de los temas que aquí se tratan. De ser así, aproveche esta lección para llevar a cabo un repaso que siempre le será de provecho; el aprovechamiento con que usted la estudie estará en función de lo acertadamente que responda a los ejercicios de autoevaluación. Ahora bien: si no tiene antecedentes sobre el tema, estudie con todavía mayor atención cada uno de sus puntos, ya que ello le reportará aún mayores beneficios.

Definiciones y descripciones

A continuación estamos enlistando una serie de términos que le resultarán muy útiles al estudiante para estudiar esta lección. Antes de seguir adelante, estudie estos conceptos e intente consérvalos en su memoria.

DECIMALES *(decimals).* Fracciones que tienen denominadores de diez o de algún múltiplo de diez.

FRACCIÓN *(fraction).* Es una parte de una cantidad entera. Las fracciones comunes o no decimales se denominan también quebrados.

FRACCIÓN PROPIA *(proper fraction).* Es aquella fracción en la cual el numerador es menor que el denominador. El numerador es la parte superior de la fracción; el denominador es la parte inferior.

FRACCIÓN IMPROPIA *(improper fraction).* Es aquella fracción en la cual el numerador es mayor que el denominador.

MÍNIMO COMÚN DENOMINADOR *(lowest common denominaíor).* Es el menor número que puede dividir todos los denominadores del problema.

NUMERO MIXTO *(mixed number).* Es un número formado por un entero y una fracción común. Por ejemplo: 7 3/4.

REDUCCIÓN DE FRACCIONES *(reducingfractions).* Consiste en llevar una fracción a su mínima expresión. Por ejemplo: 2/8 reducido es igual a 1/4.

Fracciones

Una fracción es una parte de una cantidad entera. Si una unidad sencilla tal como un pie, una libra, un objeto o alguna cosa es partida (dividida) en varias partes, esas partes son llamadas unidades fraccionarias o,

Figura 11-1. Se utilizan fracciones todos los días.

simplemente, fracciones. Las fracciones derivan su nombre del número de partes iguales en que se divide una unidad entera.

Por ejemplo, si un objeto es dividido en cuatro partes iguales, cada unidad fraccionaria es llamada un cuarto (1/4); y si un objeto es dividido en dos partes iguales las unidades se denominan mitad (1/2), y así sucesivamente.

¿Alguna vez ha visto este símbolo?:

/

Si usted recuerda, éste es uno de los símbolos utilizados para indicar división. ¿Qué es, pues, una fracción? Una fracción es un problema de división. Usted puede leer 1/4 como "1 dividido entre 4" o "1 dividido en cuatro partes". Hasta que se acostumbre a trabajar con fracciones, quizá quiera imaginárselas de esta forma.

En una fracción (tal como 1/8, 1/4, 1/2 ó 7/8) la línea diagonal entre los dos números se llama línea fraccional. (Usted también verá fracciones escritas utilizando una línea horizontal tal como:

$\frac{!}{8}$

Esta también es una forma correcta de indicar una fracción).

El número sobre la línea de fracción es el numerador y el número de abajo es llamado denominador. El denominador indica en cuántas partes se ha dividido el número entero. El numerador indica cuantas de esas fracciones hay.

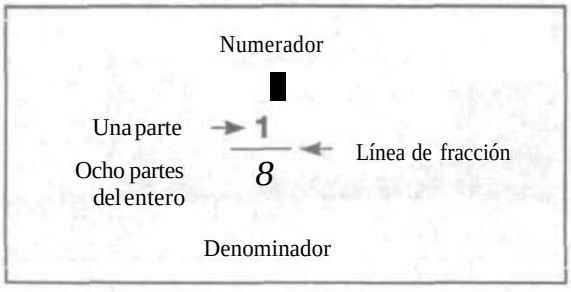


Figura 11-2. Partes de las fracciones

Fracciones propias e impropias

Una fracción cuyo numerador (número superior) es menor que el denominador (número inferior) se llama fracción propia. Una fracción en la cual el numerador es igual o mayor que el denominador se denomina fracción impropia.

Un número expresado como un número entero que también incluye una fracción es llamado número mixto.

Las fracciones definidas a lo largo de esta sección se llaman fracciones comunes. Hay también otros tipos de fracciones, las cuales se tratarán en esta lección más tarde.

Fracciones propias

$\frac{1}{5}$ $\frac{9}{12}$ $\frac{I}{2}$ $\frac{I}{4}$

Fracciones impropias

$\frac{7}{6}$ $\frac{91}{80}$ $\frac{9}{6}$ $\frac{.15}{2}$

Números mixtos

$13\frac{1}{8}$ $4\frac{1}{2}$ $39\frac{1}{4}$ $1\frac{3}{8}$

Ahora revise sus conocimientos sobre estos conceptos.

Identifique las partes de estas fracciones:

$\frac{1}{8}$ $\frac{1}{16}$

¿Sus respuestas fueron éstas?

1	Numerador	1
8	Denominador	16

Fracciones especiales

Hay tres tipos de fracciones especiales. Algunos ejemplos de este tipo de fracciones son las siguientes:

- 5/1
- 0/9
- 9/9

Es necesario explicar estas tres fracciones para que, si usted alguna vez se topa con alguna, le resulte familiar.

Primeramente tenemos 5/1. Esta es una fracción especial por el "1". Siempre que hay un "1" en el denominador (debajo de la línea de fracción), la fracción es igual al número que se encuentra en la parte superior de la línea de fracción (el numerador).

Una manera fácil de recordar esto es pensar que cualquier número sobre la línea con un "1" debajo de ésta es igual al número que se encuentra sobre la línea. Dicho en otra forma, A/1 = A. Por ejemplo:

12/1 = 12
6/1 = 6
4/1 = 4

Le parecerá obvio cuando piense en la definición de la división. Usted sabe que 4 dividido entre 1 significa "¿cuántos grupos de 1 hay en 4?" Pues bien, hay 4 grupos de 1 en 4.

Muchas veces usted sencillamente eliminará la línea de fracción y el 1 si tiene una fracción como 14/1. Ahora ve por qué todo esto es correcto de hacer.

Tomemos ahora el ejemplo del 0/9. Siempre que vea una fracción con un cero de numerador (el número de arriba), la fracción será igual a cero. ¡SIEMPRE!

La fracción "0/9" significa O dividido entre 9, cuyo resultado es 0. Por lo tanto, cualquier fracción como ésta es igual a cero. Esto es, O/A = 0.

Por ejemplo:

0/1 = 0
0/5 = 0
0/7 = 0

Verifíquelo con nuestra definición de división. ¿Cuántos grupos de 1 hay en O? Ninguno, desde luego. ¿Cuántos grupos de 5 hay en cero? Ninguno.

Finalmente, tenemos el caso de los 9/9. Una fracción que tiene el mismo número tanto en el numerador como en el denominador es SIEMPRE igual a "1". 9/9 significa 9 dividido entre 9, lo que es igual a 1. En otras palabras, A/A = 1. Por ejemplo:

7/7 = 1
4/4 = 1
6/6 = 1

¿Cuántos grupos de 7 hay en 7? Por supuesto, uno. ¿Cuántas veces puede usted restar 7 de 7? Otra vez, la respuesta es uno.

La excepción a esta regla es O/O. ¡Recuerde que dijimos que usted NUNCA puede dividir entre cero! O/O es imposible de resolver.

Las fracciones tienen cuatro significados importantes que usted debería conocer. Son los siguientes:

- Parte de un total
- Parte de un entero
- Cocientes
- Fracciones o problemas de división

Parte de un total. La Figura 11-3 muestra seis círculos, dos de los cuales están sombreados.

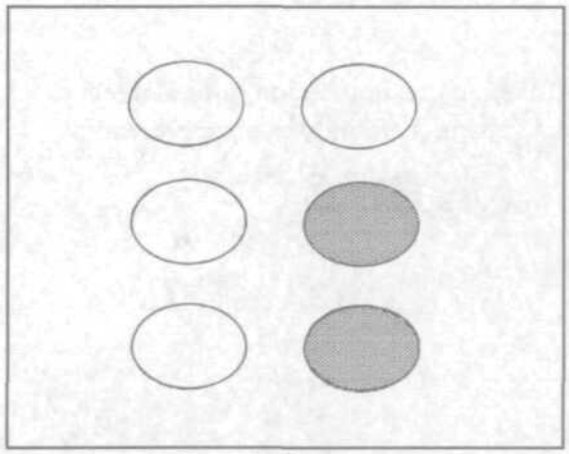


Figura 11-3. La fracción es parte de un total.

¿Qué fracción, o parte, del número total de círculos está sombreada? Respondamos contando el número total de círculos (el grupo entero), y contemos el número de círculos que están sombreados (parte del grupo entero). La respuesta es 2 de 6 ó 2/6.

Ahora, hagamos otra pregunta usando el mismo dibujo. ¿Cuántos círculos del total no están sombreados? La respuesta es 4 de 6 ó 4/6.

Ambos ejemplos requieren fracciones para responder a la pregunta, y ambos son parte de un total.

Intente usted ahora solucionar estos problemas.

1. Escriba la fracción que le dice cuántas partes del total están sombreadas.

2. ¿Cuál es la fracción que establece cuántos círculos no están sombreados?

3. ¿Cuál es la fracción que establece cuántos círculos no están sombreados?

4. ¿Cuál es la fracción que establece cuántos círculos están sombreados?

¿Sus respuestas fueron éstas?

1)4/5
2)5/6
3)1/5
4)1/6

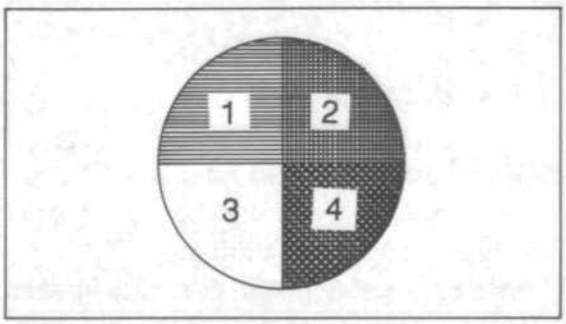


Figura 11-4. La fracción como parte de un entero.

Parte de un entero. Otro significado de una fracción es que es parte de un entero. En vez de que muchas partes formen un total, un entero es el objeto y está dividido.

El círculo de la Figura 11-4 está dividido en cuatro partes iguales. Porque 3 de las 4 partes están sombreadas, decimos que "3/4" del círculo está sombreado. También podemos decir que 1 de las 4 partes, o 1/4 del entero, no está sombreada.

Examínese usted mismo sobre este concepto con las preguntas siguientes:

a.

b.

1. ¿Cuál es la fracción que muestra cuántas partes del entero están sombreadas?

a. _____
b._____

2. ¿Cuál es la fracción que muestra cuántas partes del entero no están sombreadas?

a._____
b._____

¿Sus respuestas fueron éstas?

1. a = 3/4
   b = 5/16
2. a = 1/4
   b = 11/16

Fracciones como cocientes. Un cociente es un número que muestra cómo se relacionan dos cosas. Por ejemplo, observe la Figura 11-3 otra vez. Podríamos preguntar "¿Cuál es la razón de círculos sombreados a todos los círculos?" Estamos preguntando por la relación de círculos sombreados con respecto a todos los círculos. La respuesta se expresa como un cociente o fracción: 2/6. En lugar de leer esto como "dos sobre seis" o "dos dividido entre seis", se lee "dos a seis".

Tomemos otro ejemplo. Puede usted observar la Figura 11-3 y preguntar "¿Cuál es el cociente de los círculos sombreados con respecto a los no sombreados?" La respuesta es, "hay dos círculos sombreados por cada cuatro círculos no sombreados". El cociente es 2/4 o "dos a cuatro".

Ahora observe la Figura 11-3 una vez más. ¿Cuál es la pregunta cuya respuesta es el cociente 4/2? Correcto. Ese es el número o cociente de círculos no sombreados con respecto a círculos sombreados. Como puede darse cuanta, el orden en que cada una de las palabras se lee y en que se coloca cada número, es importante. Está claro que 2/4 no es lo mismo que 4/2.

Seguro que va usted a utilizar muchos cocientes en su trabajo, pero probablemente ya los esté utilizando en su vida diaria. Por ejemplo, digamos que está usted apostando en un juego de pelota. Podría decir que las probabilidades de ganar de su equipo favorito es de "dos a tres". Este es el cociente 2/3. Lo que está realmente diciendo es: "Apuesto a que de cinco intentos para ganar, mi equipo va a ganar dos veces y a perder tres".

Figura 11-5 Puede expresar las probabilidades de victoria de su equipo mediante un cociente.

Evalúe su comprensión del concepto de cocientes con estas preguntas:

a. Una compañía de refrigeración y aire acondicionado tiene 12 trabajos por día, pero sólo hay 3 técnicos disponibles para llevarlos a cabo. ¿Cuál es el cociente de trabajos con relación a los técnicos?
b. ¿Cuál es el cociente o razón de los técnicos con relación a los trabajos?
c. ¿Cuál es el cociente de los trabajos adjudicados a técnicos con relación a los trabajos no adjudicados?

¿Sus respuestas fueron éstas?

a. 12/3
b. 3/12
c. 3/9

Fracciones como un problema de división. Una línea fraccionadora entre dos números puede significar "dividido entre". Por ejemplo, la fracción 20/5 significa 20 dividido entre 5. Las fracciones usadas en esta forma son problemas de división.

$$9/12 = 9 \div 12$$
$$5/8 = 5 \div 8$$

Para leer una fracción común como un problema de división, empiece por la parte superior (numerador) y lea la línea fraccionadora como "dividido entre". N/D se puede leer como "N" dividido entre "D" o N ÷ D.

Verifique si entendió estos conceptos, respondiendo a las siguientes preguntas:

a) 5/8 significa _____ ÷ _____
b) 9/16 significa _____ ÷ _____
c) 12/15 significa _____ ÷ _____
d) N/D significa _____ ÷ _____

¿Fueron éstas sus respuestas?

a) 5÷8
b) 9÷ 16
c) 12 ÷ 15
d) N ÷D

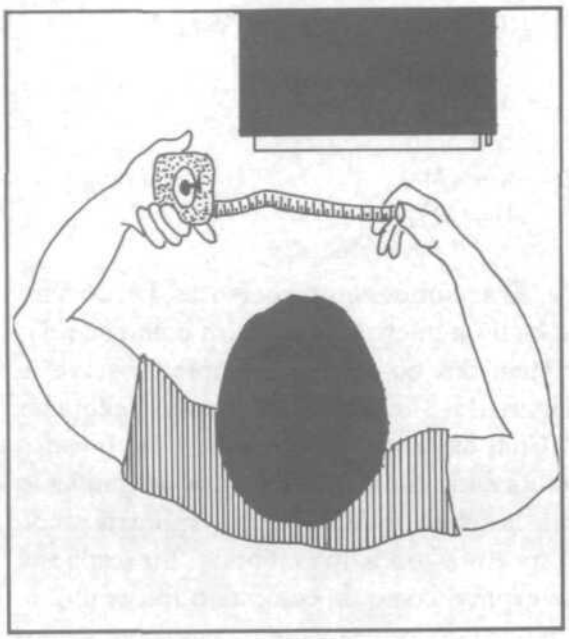


Figura 11-6. Cuando empiece a trabajar en la industria de la refrigeración y el aire acondicionado, las fracciones se convertirán en parte de su vida.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

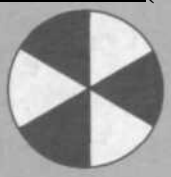
1. Una fracción propia es aquella en la cual el numerador es_____que el denominador. (mayor, menor).

2. El número expresado como un número entero que también incluye una fracción se llama número _____(entero, mixto).

3. El cero dividido entre cualquier número como 0/4, siempre da como resultado _____ (cero, un entero).

4. En la figura mostrada, las partes sombreadas representan _____ del total. (1/4, 1/2).

5. En la figura mostrada hay tres partes sombreadas de un total de seis partes. Esta relación mostrada como cociente es igual a_____(3/6, 6/3).



Respuestas

1. menor 2. mixto 3. cero 4. 1/2 5. 3/6

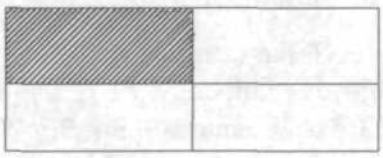
Los técnicos en refrigeración y aire acondicionado comúnmente utilizan fracciones todos los días con sus instrumentos de medición. Reglas, niveles, cintas y otros instrumentos de mano están generalmente marcados en cuartos, octavos, dieciseisavos y treintadosavos. Una manera fácil de entender fracciones es estudiando mediciones. Las mediciones se dan como fracciones. Muestran cómo una pulgada ha sido dividida en muchas partes iguales. Estas son fracciones. Observando los ejemplos de la Figura 11-7 puede ver cómo una sola pulgada contiene muchas fracciones.

Examínese usted mismo con los problemas siguientes:

Sombree las áreas que representen la fracción correspondiente:

Ejemplo

1/4



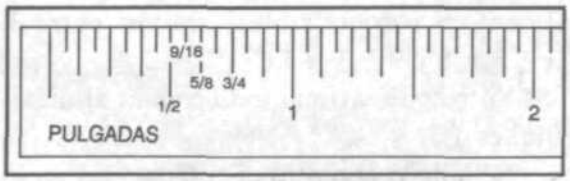
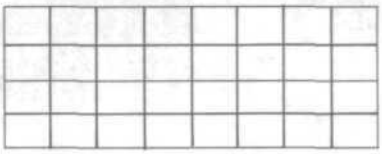
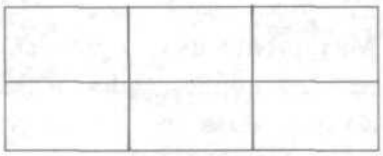


Figura 11-7. Las medidas se expresan en fracciones.

a. 25/32

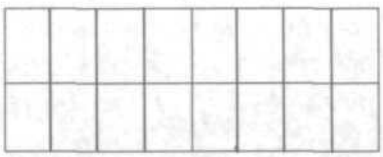


b. 5/6



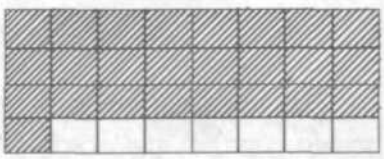
c. 1/8

d. 13/16

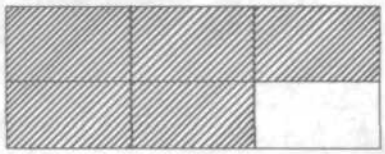


¿Fueron éstas sus respuestas?

a.

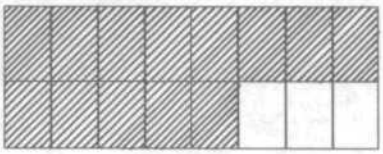


b.



c.

d.



Reducción de fracciones

Muy pronto usted aprenderá cómo sumar, restar, multiplicar y dividir fracciones. Cuando haga estas operaciones matemáticas, no siempre tendrá una respuesta simple. Pero reduciendo las fracciones a su mínima expresión, tendrá la mejor solución posible.

4/8 reducido es igual a 1/2
2/8 reducido es igual a 1/4
16/48 reducido es igual a 1/3

¿Cómo se puede hacer esto? Veremos a continuación las reglas para reducir fracciones comunes o propias y fracciones impropias.

Reduciendo fracciones comunes

El término "fracción propia" significa una fracción cuyo numerador es menor que su denominador. Fracciones propias son:

1/8 2/9 28/63 y así sucesivamente.

Hay muchas formas diferentes en que se puede escribir una fracción. Es adecuado decir que 1/2 = 2/4 = 50/100. Usted sabe que si tiene la mitad de un dólar, tiene $.50. Si tiene 2 cuartos, también tiene $.50. Si tiene 50 centavos, también tiene $.50. Todas estas fracciones son equivalentes o del mismo valor, aunque se escriban de manera diferente.

En general, cuando esté trabajando en esta área, usted deseará escribir las fracciones que maneje en lo que se denomina su forma "reducida". Esto simplemente significa que el numerador y el denominador serán los menores números posibles. En los ejemplos de la parte superior, 1/2 es el término menor. 50/100 y 2/4 no lo son.

¿Cómo obtiene usted una fracción reducida a su menor expresión? Las siguientes son reglas o guías que deben ser usadas cuando se reducen fracciones comunes.

REGLA 1. El valor de una fracción no cambia cuando el numerador y el denominador se dividen o multiplican por un mismo número. Note que esta regla NO opera para la suma o la resta del numerador o del denominador. (Cuando hablamos de la reducción de una fracción, nos referimos a dividir.)

REGLA 2. Cuando tenga una fracción propia en que el mismo número puede dividirse tanto entre el numerador como entre el denominador, debe llevar a cabo la división. Esto se llama "reducción".

REGLA 3. Si usted puede dividir otra vez ambos números por otro, efectúe la división una vez más. Usted lo habrá reducido al "término menor".

Tome la fracción 9/27. Puede usted decir que ambos, 9 y 27, son divisibles entre 3. Por lo tanto $9 \div 3 = 3$ y $27 \div 3 = 9$.

Observe el problema para ver si se puede reducir más. Se puede, porque tanto 3 como 9 son divisibles otra vez entre 3. $3 \div 3 = 1$ y $9 \div 3 = 3$.

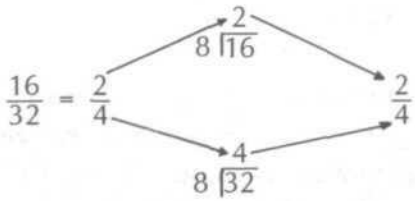
Su respuesta final, reduciendo al máximo, es 1/3.

Seguimos con otro ejemplo.

EJEMPLO: Reducir 16/32.

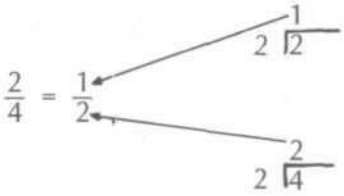
1) Obtenga un factor común (un número) que pueda dividir ambos términos, tanto el numerador como el denominador.

Factor común = 8



2) Consiga otro factor común hasta que el numerador y el denominador no puedan volver a ser divididos por el mismo número.

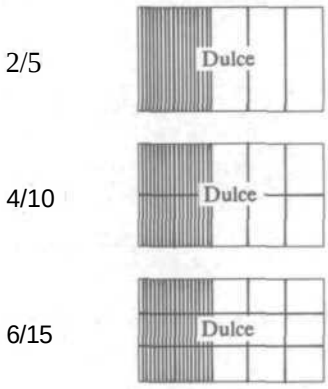
Factor común = 2



Por lo tanto 16/32 = 1/2

Puesto que estamos hablando de la reducción, le acabamos de dar un ejemplo en que ambas partes de la fracción se dividían por el mismo número. Pero usted sabe por las reglas anteriores que también puede multiplicarse el numerador y el denominador por el mismo número, sin cambiar el valor de la fracción.

2/5 = 4/10 = 6/15



Si tuviese una barra de dulce dividida en 5 pedazos y se comiera 2, sería la misma cantidad de dulce (y calorías) que si la barra hubiera estado dividida en 10 piezas y usted se hubiera comido 4, o que si hubiera estado dividida en 15 piezas y usted se hubiese comido 6.

Por lo tanto, considerando estos tres ejemplos podemos ver como 2/5, 4/10 y 6/15 son fracciones iguales o equivalentes.

Reduciendo fracciones impropias

Una fracción cuyo numerador es mayor que el denominador se llama "fracción impropia".

5/3 8/5 18/4

Como ocurre con las fracciones comunes, las fracciones impropias también tienen que reducirse si queremos operar con ellas fácilmente.

Cuando usted quiera reducir una fracción impropia a su menor expresión, recuerde estas reglas:

- Divida el numerador entre el denominador.
- Reduzca el resultado a su mínima expresión.

Observando los tres ejemplos de más arriba, 5/3 = ¿? 5 dividido entre 3 es 1 con 2 como residuo. Por lo tanto, su respuesta es 1 2/3. ¿Ve usted cómo se escribió el residuo? Está escrito como una fracción, con el

residuo escrito sobre el divisor, o antiguo denominador de la fracción impropia.

Piense en 8/5. ¿Cómo lo reduce a su mínima expresión? 8 dividido entre 5 es 1 con un residuo de 3, y se contesta como 1 3/5.

Intente con el último, 18/4. 18 dividido entre 4 es 4 con un residuo de 2, o sea que la respuesta es 4 2/4. Pero ésta no es la mejor respuesta posible, porque 2/4 puede ser reducido dividiendo ambos términos entre 2. 42/4 = 4 1/2. Ahora tiene usted la mejor respuesta.

Piense en este último problema en términos de dinero, con objeto de estar seguros de que usted ha entendido estos conceptos. Si tiene usted 18 monedas de $0.25, ¿cuánto dinero tiene? Bien, usted tiene $4.50 ó 4 1/2 dólares.

Trate de reducir las fracciones propias e impropias siguientes a su menor expresión.

1. 6/24
2. 25/30
3. 17/4
4. 22/4

¿Obtuvo usted?

1. 1/4
2. 5/6
3. 4 1/4
4. ¿5 1/2? Quizá obtuvo 5 2/4 para el ejemplo cuatro. De ser así, su respuesta es en parte correcta, ya que usted ha cambiado una fracción impropia en un número mixto. Pero no lo es en cuanto mínima expresión, ya que 2/4 puede ser reducida a 1/2 dividiendo el numerador y el denominador entre 2.

Cuando usted reduzca una fracción impropia a su mínima expresión, tendrá un número entero por respuesta o un número mixto. ¿Cuál es el número mixto?

Número mixto

Un "número mixto" es un número entero con una fracción. Otra forma de pensar en un número mixto es comprender qué significa el número entero sumado a la fracción. Por ejemplo: 9 1/2 significa 9 sumado a 1/2.

Ejemplos de números mixtos:

9 1/2 4 5/8 8 3/4 7 3/8

Se pronuncian así:

9 1/2 ("nueve y un medio")
4 5/8 ("cuatro y cinco octavos")
8 3/4 ("ocho y tres cuartos")
7 3/8 ("siete y tres octavos")

Algunas veces querrá empezar con un número mixto y cambiarlo a una fracción impropia. Veamos ahora cómo se hace.

PASO 1. Cambie el número mixto 9 1/2 en una fracción impropia igual.

PASO 2. Multiplique el denominador de la fracción (2) por el número entero (9).

91/2 2 x 9 = 1 8

PASO 3. Sume la respuesta del paso 2 (18) al numerador de la fracción (1).

91/2 18 + 1 = 19

PASO 4. Coloque la respuesta del paso 3(19) sobre el denominador de la fracción (2).

19/2

Luego entonces, 9 1/2 = 19/2

Problemas: complete lo siguiente:

a. 2 3/8
b. 6 5/6
c. 1 3/12
d. 3 4/9

Respuestas:

a. 19/8
b. 41/6
c. 15/12
d. 31/9

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido

1. Valor de la fracción 16/64 a su mínima expresión. _____
2. Valor de la fracción 7/9 al multiplicar tanto numerador como denominador por 3. _____
3. Valor de la fracción impropia 7/3 dividida a su mínima expresión. _____
4. Valor del número mixto 7 3/4 convertido a fracción impropia. _____
5. Valor de la fracción impropia 9/2 convertida a número mixto. _____

a. 21/27
b. 31/4
c. 4 1/2
d. 1/4
e. 2 1/3

Respuestas

1. d 2. a 3. e 4. b 5. c

Mínimo común denominador

En la lección anterior, aprendimos cómo sumar y restar números enteros. Ahora vamos a sumar y a restar fracciones. Antes de que comencemos con estas operaciones, por favor observe estas reglas.

Para sumar o restar fracciones y números mixtos, el denominador de las fracciones debe ser el mismo. Esta última frase es tan sumamente importante que usted tiene que leerla otra vez. *"Para sumar o restar fracciones y números mixtos, el denominador de las fracciones debe ser el mismo.'"*

Por tanto, los denominadores deben ser los mismos. ¿Cómo podemos hacerlos iguales? La manera como logramos que esto suceda es obteniendo lo que se llama "mínimo común denominador" (mcd). El mcd es el menor número que puede dividir todos los denominadores del problema.

Vamos a ver tres fracciones y a encontrar su mcd: 31/32 3/8 3/64.

El mínimo común denominador para 32, 8, 64 es "64". Es este porque 64 es el número menor que puede dividir exactamente a los tres números del problema. Usted obtendrá mejor el mcd a medida que vaya practicando problemas con fracciones.

¿Cuál puede ser el mcd de 1 3/4, 2 5/8 y 4/5? Una manera de obtener el número que divide a 4, 8 y 5 será multiplicando 4 x 8 x 5 y entonces obtendrá 160. 160 trabajará como un común denominador, pero ¿es el menor posible? En realidad, no lo es, porque los tres números pueden ser divididos por 80. Pero ¿es 80 el número más pequeño? No, 4, 8 y 5 pueden todos ser divididos entre 40. Si usted estuviese trabajando en un problema de sumas o restas, no sería un error el seleccionar 160 u 80 como su común denominador, pero simplificará sus cálculos si selecciona 40.

Hay reglas que deben seguirse una vez hallado el común denominador. Usted debe cambiar todas las fracciones o números mixtos de su problema en números nuevos e iguales que tengan el mismo denominador. ¿Cómo hace esto? Puede volver a escribir el número entero en los casos en que tenga un número mixto. Por ejemplo: 2 3/4 cambiado en una fracción igual con un 16 por denominador puede ser 2 y "algo". Ahora tiene que calcular el "algo".

¿Cómo hace esto?

PASO 1. Divida el número elegido como denominador común por el denominador de la fracción. En esencia está calculando por que habría que multiplicar la parte inferior de la fracción para obtener el nuevo mcd. Recuerde que la multiplicación y la división son justamente operaciones inversas. Una deshace lo que la otra hace.

PASO 2. Multiplique tanto el numerador como el denominador de la fracción por el número que obtuvo en el Paso 1. Recuerde que puede hacerlo con completa seguridad.

Regresemos a nuestras tres fracciones. Establecimos que su mcd era 64. 64 es el número más pequeño que 32, 8 y 64 pueden dividir exactamente.

31/32 3/8 3/64

Por lo tanto, se le está pidiendo que escriba las tres fracciones como algo sobre 64.

PASO 3. Tome la primera fracción, 31/32. Calculamos que el mcd es igual a 64.

$$\frac{H}{32}\ \frac{JL.}{64}$$

64 dividido entre 32 nos da 2. Por lo tanto, usted sabe que el denominador o término inferior fue cambiado al decir 32 X 2 = 64. PERO, usted no puede multiplicar el número inferior por 2 sin hacer lo mismo con el número superior, si es que desea mantener ese sagrado signo de igual ahí.

PASO 4. Ahora multiplique el numerador, 31, también por 2.

$$\frac{31\ x2}{32\ x\ 2} = \frac{62}{64}$$

Haga lo mismo con las otras fracciones.

$$\frac{3\ x\ 8}{8\ x\ 8} = \frac{24}{64}$$

$$\frac{3\ x\ 1}{64\ x\ 1} = \frac{3}{64}$$

Tenemos ya tres fracciones con un común denominador. Esto es crucial cuando estamos sumando o restando fracciones. Pruebe su destreza con otras fracciones. Obtenga el mcd y escriba nuevamente las fracciones equivalentes para cada una.

a. 1/2 1/4 1/8
b. 9/16 1/32 3/64
c. 5/12 3/9 1/18

Respuestas:

a. El mcd es 8 y las fracciones equivalentes son 4/8 2/8 1/8
b. El mcd es 64 y las fracciones equivalentes son 36/64 2/64 3/64

c. El mcd es 36 y las fracciones equivalentes son 15/36 12/36 2/36.

Suma de fracciones

Un requisito esencial para sumar fracciones (igualmente que cuando se trata de enteros), es que deben de ser números de la misma clase. Por esto se entiende que los quebrados deben tener el mismo denominador. Al no ser así, es necesario reducir las fracciones que han de sumarse a un denominador común. Cuando todas las fracciones que han de sumarse tienen un mismo denominador, se suman los numeradores y este total se coloca sobre el denominador. Si se desea, pueden extraerse enteros, en caso de ser posible.

Veamos un ejemplo:

- Sumar 6/9, 3/9, 5/9, 4/9.

Como todos los quebrados tienen el mismo denominador, podemos escribir el problema en la siguiente forma:

$$\frac{6}{9}+\frac{3}{9}+\frac{5}{9}\quad\frac{4}{9}+\frac{18}{9}=2$$

Sumamos los numeradores y obtenemos un total de dieciocho, que colocamos sobre el denominador, que es nueve, lo que nos da dieciocho novenos como total.

Siendo el numerador más grande que el denominador, eso nos indica que podemos reducir la fracción a un número entero o mixto. Esto se hace dividiendo el numerador entre el denominador. Dividimos dieciocho entre nueve y obtenemos el cociente de dos. Dos indica los enteros que contiene la fracción y es el resultado final; por lo tanto:

6/9 + 3/9 +5/9 +4/9 = 2

Consideremos otro ejemplo:

- Sumar 2/18,6/9, 1/3

Las fracciones que componen este problema no tienen un mismo denominador, y por eso es necesario determinar el denominador común y reducir las fracciones a éste.

Para poder efectuar las operaciones necesarias, es conveniente colocar las fracciones en la forma siguiente:

$$\frac{A}{18}+\frac{6}{9}+\frac{1}{3}$$

Ahora observemos cuales son los denominadores, pudiendo notar que el 18 se puede dividir entre 9 y también entre 3, lo que quiere decir que podemos emplear 18 como denominador común.

Al hacer la conversión, la primera fracción no sufre cambio, ya que su denominador es el 18. En el segundo, dividimos 18 entre 9, lo que nos da 2; multiplicamos 6 x 2 y así obtenemos: 12/18.

$$\frac{2}{18}\quad\frac{12}{18}$$

Con la fracción siguiente repetimos el procedimiento, dividiendo 18 entre 3, lo que nos da 6, que multiplicados por 1 nos dan: 6/18.

$$\frac{6}{18}$$

Ahora sí podemos efectuar la suma: El resultado es 20/18, así es que si es necesario, dividimos 20 entre 18 y entonces el resultado se convierte en: 1-2/18. Todavía podemos simplificar más, dividiendo tanto el numerador como el denominador de la fracción sobrante entre 2, para obtener: 1-1/9. En otras palabras, el resultado puede ser: 20/18, 1-2/18 ó 1-1/9 que es todo lo mismo.

$$\frac{2}{18}+\frac{12}{18}+\frac{6}{18}=\frac{20}{18}$$

Para sumar números mixtos, sumamos primero los enteros por un lado y luego las fracciones por otro. Por último se suman los dos resultados separados para obtener el total.

Ejemplo: Sumar:

21-3/6 más 45-1/9 más 9-2/3

Para sumarlas se pueden arreglar de la siguiente manera, separando los enteros de las fracciones:

$$\begin{matrix}21\\45\\\frac{9}{75}\end{matrix} \qquad \frac{3}{6}+\frac{1}{9}+\frac{2}{3}$$

Sumamos primero los enteros, cuyo total es setenta y cinco. Luego, para sumar las fracciones como no tienen el mismo denominador, debemos determinar el denominador común, siendo dieciocho. Reducimos las fracciones al denominador común y obtenemos:

$$\frac{9}{18}+\frac{2}{18}+\frac{12}{18}=\frac{23}{18}$$

Sumamos los numeradores y obtenemos así veintitrés, que anotamos sobre el denominador, formando el quebrado veintitrés dieciochoavos (23/18).

Vemos inmediatamente que podemos extraer enteros, dividiendo 23 entre 18, lo que nos da: 1-5/18. Esto quiere decir que a la suma de los enteros tenemos que aumentarle uno más, con lo cual el total será: 76-5/18. Por lo tanto, podemos decir que:

21-3/6 + 45-1/9 + 9-2/3 = 76-5/18.

Sustracción de fracciones

Para restar dos fracciones con igual denominador, se restan los numeradores y la diferencia se coloca sobre el denominador común.

Ejemplo: Restar 7/15 de 13/15. Escribimos la operación como sigue:

$$\frac{13}{15}-\frac{7}{15}=\frac{6}{15}=\frac{2}{5}$$

Como los denominadores son iguales, se resta el numerador siete de trece, quedando la diferencia de seis. Se pone seis sobre el denominador común formando la fracción 6/15, que se puede reducir a 2/5 por ser divisibles por tres su denominador y su numerador.

Para restar dos fracciones que no tienen igual denominador, primero se reducen a un denominador común, luego se procede como en el primer caso.

Ejemplo: Restar 5/24 de 9/12

$$\frac{9}{12}\quad\frac{5}{24}\quad\frac{18}{24}\quad\frac{5}{24}\quad\frac{13}{24}$$

Tuvimos que reducir las fracciones a un denominador común antes de restarlas. El denominador común es veinticuatro y por lo tanto, convertimos nueve doceavos en dieciocho veinticuatroavos. Restamos 5/24 de 18/24 y obtenemos una diferencia de 13/24.

Para restar una fracción de un entero, se reduce el entero a fracción con el mismo denominador.

Ejemplo: Restar 4/7 de 6. Primero escribimos el problema:

Sabemos que los enteros se deben convertir a fracción con el mismo denominador del que se desea restar. Como un entero contiene 7/7, por consiguiente seis enteros deben contener seis veces más o sea 42/7. Ahora podemos restar 4/7 de 42/7 y nos queda una diferencia de 38/7. Podemos reducir este resultado a número mixto, divi-

diendo el numerador entre el denominador. En esta forma nos resultan: 5 y 3/7. A continuación indicamos todas las operaciones:

$$6 - \frac{4}{7} = \frac{42}{7} - \frac{4}{7} = \frac{38}{7} = 5\frac{3}{7}$$

Cuando se trata de restar una fracción de un número mixto o de restar un mixto de otro mixto, lo más práctico es convertir los mixtos a fracciones y efectuar la operación como ya sabemos.

Consideremos que tenemos 14-5/8" (14-5/8 pulgadas) y tenemos que restar 8-3/4", o sea: 14-5/8 - 8-3/4.

Primeramente convertimos los números mixtos a fracciones. En el primero tenemos que obtener octavos, así es que multiplicamos 14 x 8 y obtenemos 112/8, a los que aumentamos los 5/8, dándonos 117/8.

En el segundo número hay cuartos, así es que multiplicamos 8 x 4 = 32 y aumentándole los 3/4 nos resultan 35/4.

$$14\text{-}5/8 - 8\text{-}3/4 = \frac{117}{8} - \frac{35}{4}$$

Ahora tenemos el problema de encontrar un denominador común, pero una simple observación nos demuestra que el 8 puede dividirse entre el 4, por lo que escogemos el denominador 8. Ahora podemos restar 70/8 de 117/8, con lo cual obtenemos 47/8.

$$\frac{35}{4} = \frac{70}{8} \qquad \frac{117}{8} - \frac{70}{8} = \frac{47}{8}$$

Solamente nos falta sacar los enteros de ese resultado, dividiendo 47 entre 8, lo que nos produce un resultado final de 5-7/8".

$$\frac{47}{8} = 5\text{-}7/8''$$

Multiplicación de fracciones

En la multiplicación de fracciones, se presentan varios casos. Primero, el de multiplicar una fracción por un entero, o un entero por una fracción. Este caso ya lo hemos visto, ya que es precisamente lo que hicimos al convertir enteros a fracciones.

Para multiplicar una fracción por un entero o un entero por una fracción se multiplica el entero por el numerador de la fracción.

Ejemplo: Multiplicar 3/5 por 16.

$$\frac{3}{5} x\ 16 = 3\ x\ 16 = \frac{48}{5} = 9\frac{3}{5}$$

Multiplicamos el numerador 3 por el entero dieciséis. El producto es cuarenta y ocho. Luego dividimos cuarenta y ocho entre el denominador cinco, para sacar los enteros, obteniendo 9-3/5.

Para multiplicar una fracción por otra se multiplican primero los numeradores y luego los denominadores. Se reduce la fracción a términos menores si es posible.

Ejemplo: Multiplicar 9/12 por 5/6.

$$\frac{9}{12} x \frac{5}{6} = \frac{9\ x\ 5}{12\ x\ 6} = \frac{45}{72} = \frac{5}{8}$$

Sencillamente multiplicamos los numeradores, nueve por cinco, y luego los denominadores, doce por seis, dando por resultado la fracción 45/72. Siendo divisibles los dos términos de la fracción por nueve, podemos reducirlo a 5/8.

Para multiplicar números mixtos, se reducen a fracciones y se multiplican.

Ejemplo: Multiplicar 5-2/3 por 8.

$$5\frac{2}{3} x\ 8 = \frac{17}{3} x\ 8 = 17\ x\ 8 = \frac{136}{3} = 45\frac{1}{3}$$

En este ejemplo multiplicamos un mixto por un entero. Reducimos primero el mixto a fracción y luego multiplicamos el numerador por el entero y colocamos el producto sobre el denominador. Así resulta la fracción 136/3.

La siguiente operación consiste en dividir el numerador entre el denominador para sacar los enteros: ciento treinta y seis entre tres nos da 45 y 1/3.

Veamos otro ejemplo:
Multiplicar 6-5/8 por 3-7/9.

$$6\frac{5}{8} \times 3\frac{7}{9} = \frac{53}{8} \times \frac{34}{9} =$$

$$= \frac{53 \times 34}{8 \times 9} = \frac{1802}{72} = 25\frac{2}{72} = 25\frac{1}{36}$$

Como observará los números mixtos deben reducirse a fracciones antes de efectuar la multiplicación. Reducimos 6-5/8 a 53/8 y luego reducimos 3-7/9 a 34/9. Después multiplicamos los numeradores y colocamos este producto sobre el producto de los denominadores, formando la fracción 1802/72.

Por último podemos reducir la fracción 1802/72 a un mixto. Esto lo hacemos dividiendo el numerador entre el denominador, o sea 1802 entre 72, dando por resultado 25 y 2/72. La fracción la podemos simplificar, dividiendo entre 2 su numerador y su denominador, por lo cual obtenemos el resultado final: 25-1/36.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo el término entre paréntesis que complete las siguientes afirmaciones.

1. El valor del mcd de las fracciones: 1/2, 1/8 y 1/9 es (72, 18).
2. El resultado de la suma de fracciones: 1/4 + 3/4 + 7/4 + 5/4 es igual a (3,4).
3. El resultado de la suma de los números mixtos: 23/4 + 3 5/7 + 4 1/9 es igual a (10 145/252, 10 252/145).
4. El resultado de la sustracción de las fracciones: 5/7 - 3/9 es igual a (18/36, 24/63).
5. El resultado de la multiplicación de fracciones: 3/4 x 5/7 es igual a: (15/28, 17/24).

Respuestas

División de fracciones

La división de fracciones es una operación muy sencilla, ya que simplemente se invierte el divisor y entonces se multiplican las fracciones en su nueva forma.

Por invertir una fracción se entiende colocar el denominador como numerador y el numerador como denominador, es decir: el número que está abajo de la raya va arriba y el otro se pasa abajo de ella.

Otro punto que se debe tener presente es que un entero puede indicarse como fracción con sólo colocarle el denominador 1. En otras palabras, si de un entero hacemos una sola parte, de hecho no lo tocamos, por

lo que el numerador es igual al número de enteros que hay. Ejemplos

$$4 = \frac{4}{1} \quad 162 = \frac{162}{1}$$

Este punto es de especial importancia en las operaciones de dividir en combinación de fracciones, como veremos adelante. Por ahora consideremos el caso de dividir una fracción entre otra.

Para dividir una fracción entre otra se invierte el divisor y se multiplica por el dividendo.

Ejemplo: Dividir 4/5 entre 2/3

$$\frac{4}{5} \div \frac{2}{3} = \frac{4}{5} * \frac{3}{2} = \frac{4*3}{5x2}$$

$$\frac{12}{10} = 1\frac{2}{10} = 1\frac{1}{5}$$

Primero invertimos el divisor: 2/3, lo que nos da 3/2. En seguida multiplicamos 3/2 por 4/5 que da un producto de 12/10. Reduciendo a mixto, 12/10 es igual a 1 y 2/10, pero como 2/10 es reducible a 1/5, nos da por resultado 1 y 1/5.

Para dividir una fracción entre un entero o un entero entre una fracción se convierte el entero a fracción y se hace la operación como cuando se trata de fracciones.

Por ejemplo, queremos dividir 3/4 entre 4. Primeramente convertimos 4 enteros a fracción, para lo cual le damos el denominador 1. El problema queda entonces:

$$\frac{1}{4} \div \frac{1}{1}$$

Como se trata ahora de dividir una fracción entre otra, simplemente invertimos el *divisor* (4/1) y multiplicamos numerador por numerador y denominador por denominador. El resultado es 3/16.

$$\frac{3}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{3}{16}$$

Consideremos ahora el otro caso, de dividir un entero entre una fracción, digamos dividir 13 entre 5/6. Primero convertimos el entero a fracción, lo cual nos da:

$$\frac{13}{1} \div \frac{5}{6}$$

A continuación invertimos el divisor (5/6) y multiplicamos numerador por numerador y denominador por denominador. Finalmente extraemos los enteros.

$$\frac{13}{1} \times \frac{6}{5} = \frac{78}{5} = 15\frac{3}{5}$$

Para operaciones de dividir en las cuales hay mixtos, estos se convierten a fracciones y se divide en la forma indicada para fracciones.

Ejemplo 2-1/8 + 1/4:

$$2\frac{1}{8} \div \frac{1}{4} = \frac{17}{8} \div \frac{1}{4} = \frac{68}{8} = 8\frac{1}{2}$$

Cancelación para simplificar

Como usted habrá observado, cuando se multiplican fracciones, todos los numeradores se multiplican entre sí, haciéndose otro tanto con todos los denominadores. Pues bien, esto nos permite usar una sola raya horizontal para colocar los numeradores arriba de ella y los denominadores debajo.

Una vez colocados así, podemos multiplicar o dividir *cualesquiera* de las cantidades, siempre que:

- Se multiplique por el mismo número arriba y abajo.
- Se divida por un mismo número arriba y abajo.
- Que no queden sobrantes en las divisiones.

Por medio de este procedimiento se pueden simplificar, en muchos casos, las operaciones, especialmente cuando hay número grandes.

Ejemplo: Multiplicar 3/2 por 7/8 por 4/3.

$$\frac{1}{2}*\frac{7}{8}*\frac{4}{3} = \frac{3 \times 7 \times 4}{2 \times 8 \times 3}$$

$$\frac{84}{48} = \frac{36}{48} = \frac{3}{4}$$

Efectuando la operación en la forma común, se escriben los numeradores sobre la raya y los denominadores debajo, multiplicándolos según las reglas anteriores. El resultado es 84/48, que convertidos a mixto nos dan 1-3/4.

Ahora, para simplificar el trabajo, bien podíamos haber cancelado algunos de los números según demostramos a continuación:

Escribimos la operación en la forma que ya conocemos y luego observamos cuales cantidades, tanto arriba como abajo, se pueden dividir entre algún número. Desde luego vemos que hay 3 arriba y 3 abajo de la raya, así es que dividimos entre 3, quedando entonces la operación:

$$\frac{3}{2}*\frac{1}{8}*\frac{4}{3} = \frac{3 \times 7 \times 4}{2*8*3} =$$

(Note usted que cruzamos con una raya el número que dividimos y que colocamos arriba de él el resultado de la división).

$$\frac{1}{2 \times 8 \times 3} \quad \backslash \times 7 \times 4$$

Luego vemos que tanto el 8 como el 4 se pueden dividir entre 4, por lo que efectuamos la división. Entonces nos queda:

$$\frac{1 \quad 1}{2 \times 8 \times 3} \quad 4 \times 7 \times 4$$

$$2 \quad 1$$

Ahora sí ya no podemos dividir tanto arriba y abajo por una misma cantidad, por lo que multiplicamos las cantidades arriba de la raya y las de abajo.

$$\frac{1 \times 7 \times 1}{2 \times 2 \times 1} = \frac{7}{4} = 1\frac{3}{4}$$

Note que para cancelar se debe dividir un número de abajo y uno de arriba por el mismo número.

Comparando los dos modos puede ver que el último tiene mérito, por haber reducido el tamaño de los números, facilitando así la operación.

Punto importante: el proceso de cancelación se emplea solamente cuando se efectúa multiplicación. No se debe emplear para sumar o restar fracciones.

Decimales

El sistema decimal se usa para expresar fracciones que tienen denominadores de diez o algún múltiplo de diez, es decir: 100, 1000, 10,000, etc.

Su uso es muy extenso, particularmente en los países latinos que usan el sistema métrico de medición y umversalmente para trabajos técnicos y científicos que requieren precisión sobre todo.

Otro uso muy común de los decimales lo encontramos a diario y casi sin notarlo en los sistemas monetarios de las Américas y Europa. Es así como decimos que el precio de cierto objeto es de $2.60, que otro vale $5.05, etc.

Al escribir fracciones decimales, se omite el denominador, pero se expresa su valor según su posición respecto al punto decimal que separa los enteros de las fracciones decimales, como sigue:

- La primera cifra a la derecha del punto decimal indica décimos.
- La segunda cifra a la derecha del punto decimal indica centesimos.
- La tercera cifra a la derecha del punto decimal denota milésimos.

Veamos unos ejemplos:

.5 = cinco décimos (5/10)
.08 = ocho centesimos (8/100)
0.12 = doce centesimos (12/100)
0.558 = 558 milésimos (558/1000)
0.006 = seis milésimos (6/1000)
0.100 =100 milésimos (100/1000)
0.10 =10 centesimos (10/100)
0.1 = 1 décimo (1/10)
3.005 = tres enteros y cinco milésimos (3-5/1000).

Observe usted cómo el valor de la fracción se aprecia inmediatamente por el número de cifras que abarca, a la *derecha* del punto decimal.

También note que cuando no hay enteros se puede escribir un cero a la *izquierda* del punto decimal o simplemente se coloca primero el punto decimal y luego las cifras decimales, ya que sabemos que si no hay cifra alguna a la *izquierda* del punto, quiere decir que no hay enteros.

Para leer un decimal, simplemente se lee a partir del punto decimal, se observa cuantas cifras se extienden a la derecha del punto y se le da ese nombre o denominación, según la tabla siguiente:

Punto Decimal	Décimos	Centésimos	Milésimos	Diezmilésimos	Cienmilésimos	Millonésimos	Diezmillonésimos	Cienmillonésimos
•	1	2	3	4	5	6	7	8

Suma de decimales

Para sumar decimales, deben colocarse los puntos decimales en columna vertical, con los enteros a la izquierda y los decimales a la derecha. Se suman como si fueran enteros y al total se le pone el punto en línea con los otros. Debe comprobar que los enteros queden con las unidades debajo de las unidades, las decenas debajo de las decenas, etc. Los decimales deben arreglarse con los décimos en línea, uno debajo del otro, los centesimos debajo de los centesimos, y así sucesivamente.

Cuando se hayan colocado debidamente los números, se procede con la suma de igual manera que cuando se suman enteros solamente.

Ejemplo: Sumar 52.81 + 3.12 + 615.004 + 3947.0802.

Se colocan los números en columnas verticales con los puntos decimales en línea. Los enteros quedan a la izquierda agrupados con las decenas debajo de las decenas, etc. Los decimales también quedan en columnas, no importando si hay lugares vacíos al principio o al final de las cantidades.

```
  52.81
   3.12
 615.004
3947.0802
---------
4618.0142
```

Note que el punto decimal se coloca en el total en línea con los demás.

Para mayor claridad, tomemos otro ejemplo:

12.5 + .00006 + 136 + 1.12 + .003.

```
   12.5
    .00006
 136.
    1.12
    .003
---------
149.62306
```

Al colocar las cantidades en columnas verticales, todo lo que debemos vigilar es que el punto decimal quede en línea. Si se trata de un entero sin decimales, simplemente le colocamos un punto al final y como no hay cifras a la derecha del punto, sabemos que no hay decimales. Si prefiere

puede colocar ceros a la derecha del punto para igualar las columnas, que aunque no es indispensable, algunas veces ayuda a formar las columnas correctamente.

Otra forma:
como no hay cifras a la derecha del punto, sabemos que no hay decimales. Si prefiere puede colocar ceros a la derecha del punto para igualar las columnas, que aunque no es indispensable, algunas veces ayuda a formar las columnas correctamente.

```
 12.50000
  0.00006
136.00000
  1.12000
  0.00300
---------
149.62306
```

Para estos casos debe tener presente la regla siguiente: Cuando se aumentan ceros a la izquierda de los enteros o cuando se aumentan ceros a la derecha de los decimales, no se afecta en su valor. Se entiende que esos ceros son antes o después de todo la cantidad y no en medio, porque entonces sí afectarían su valor. como demostración a continuación encontrarán una serie de cantidades iguales, pero escritas con ceros adicionales:

12.05 = 12.050 = 12.0500 = 12.05000 = 12.050000
012.05 = 0012.05 = 00012.05 = 000012.05000

Observe usted como, al quitar los ceros al principio de la cantidad o al final, siempre permanecen las mismas cifras significativas (que indican el valor), antes y después del punto decimal.

Sustracción de decimales

Para restar decimales, colóquelos de modo que los puntos decimales queden en línea vertical. Iguale las columnas decimales con ceros. Haga la operación como si fueran enteros, colocando el punto en la misma columna.

Cuando se debe restar un número decimal de otro, se colocan igual que cuando se efectúa la suma, con los decimales en línea vertical, los enteros a la izquierda, y los decimales a la derecha.

Después de colocarlos debidamente, se aumentan los ceros necesarios para igualar las columnas y se efectúa la resta del mismo modo que cuando se restan enteros. El punto decimal se coloca en línea con los puntos del minuendo y del sustraendo.

Ejemplo: Restar 68.39 de 157.70:

```
153.70
- 68.39
-------
 85.31
```

Multiplicación de decimales

Para multiplicar decimales se colocan igualmente que para multiplicar enteros y se multiplican en la misma forma. En el producto se separan tantas cifras decimales como se encuentren en los dos factores.

Cuando se multiplican los decimales, se colocan como si fueran enteros y se multiplican sin tomar en cuenta los decimales hasta el fin. En el producto se separan tantas cifras decimales como se encuentren en los factores.

Colocamos los números con el multiplicando arriba y el multiplicador debajo de éste y los multiplicamos como números enteros.

Ejemplo: Multiplicar 527.41 por 3.58

```
  527.41
× 3.58
--------
 421928
 263705
158223
--------
18881278
```

Luego, en el producto separamos tantas cifras decimales como haya en los factores. En este caso son dos en el multiplicando y dos en el multiplicador, total cuatro. Separamos cuatro cifras decimales en el producto.

1,888.1278

Veamos otro ejemplo: .005 x 14.2.

Colocamos los factores uno abajo del otro, con el punto en línea y efectuamos la multiplicación como si fueran enteros. (Como en la multiplicación el orden de los factores no altera el producto, es más fácil hacerlo en la forma indicada, porque sólo hay una sola multiplicación.) Separamos una cifra decimal del factor de arriba y tres del de abajo, aumentando un cero a la izquierda del producto, para poder tener las cuatro cifras decimales, sin que se haya afectado el resultado.

14.2
x .005
710

Como hay que separar *cuatro* cifras decimales, aumentamos un cero a la *izquierda* antes de poner el punto:

14.2 x .005 = .0710

Note usted que la multiplicación la hemos hecho como si fueran enteros, por lo que podemos aumentar todos los ceros que queramos antes del número (a la izquierda), sin afectar su valor. (Una vez que hayamos colocado el punto decimal, entonces sí podemos aumentar ceros a la derecha sin afectar su valor, en caso necesario.)

Ejercicio de Autoevaluación

En la columna de la derecha, seleccione el resultado correcto de las operaciones matemáticas de la izquierda.

1. $\frac{5}{7} + \frac{3}{4} =$ _____
2. $\frac{A}{2} \times \frac{I}{4} \times \frac{1}{3} =$ _____
3. 14.8 + 127.04 + 5.134 + 90.005 = _____
4. 195.36-76.08 = _____
5. 175.34x18.07 = _____

a. 2 1/2
b. 119.28
c. 3168.3938
d. 236.979
e. 20/21

Respuestas

1.e 2.a 3.d 4.b 5.c

División de decimales

Si es necesario, se agregan ceros después del punto decimal al dividendo, para que tenga el mismo numero de cifras decimales que el divisor o más. Se hace la operación como si fueran enteros. En el cociente se separan tantas cifras decimales como haya de más en el dividendo.

Tomaremos con ejemplo dividir 6.31 entre .415

Colocamos las cantidades en la forma acostumbrada para dividir enteros y vemos si el dividendo tiene tantas cifras como tiene el divisor o más. En este caso le falta una cifra para igualar a las del divisor, por lo que le agregamos un cero.

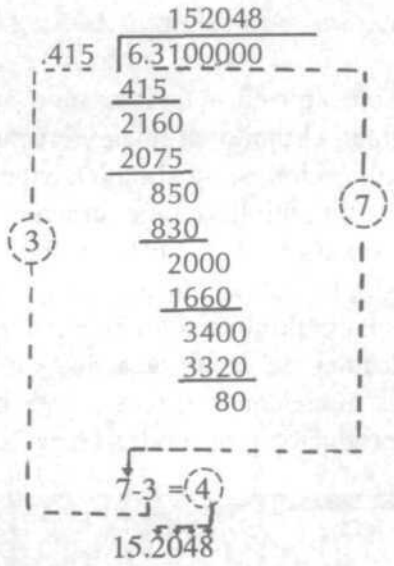
6.31 ÷ .415

$$.415 \overline{)6.31}$$

$$.415 \overline{)6.310}$$

Ahora podemos efectuar la división, olvidándonos por lo pronto de los puntos decimales y pudiendo aumentar ceros como sean necesarios en el dividendo para obtener un cociente suficientemente exacto para nuestro objeto.

Primeramente hemos dividido 631 entre 415, lo que nos da 1 para el cociente. Multiplicamos 1 x 415 y restamos 415 de los 631, dándonos un sobrante de 216. Ahora bajamos el cero y dividimos 2160 entre 415, lo que nos da 5. 5 x 415 = 2075, que restamos de 2160 y nos quedan 85. Hasta aquí se acabaría el dividendo, pero si deseamos un resultado más exacto, podemos aumentar un cero y continuar así hasta donde creamos sea necesario o cuando no haya sobrante alguno.



Supongamos que obtuvimos el cociente 152048; vemos que en el dividendo hay ahora siete cifras decimales y como las del divisor son tres, tenemos que separar *cuatro* (la diferencia de ellas) en el cociente. Por lo tanto, el cociente verdadero será: 15.2048.

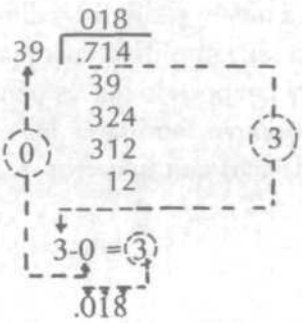
Consideremos ahora otro ejemplo: dividir .714 entre 39:

Colocamos las cantidades en la forma acostumbrada y vemos desde luego que el dividendo tiene 3 cifras decimales, mientras que el divisor no tiene ninguna. Eso quiere decir que no tenemos que aumentar ceros al dividendo, sino que efectuamos la división como si fueran enteros.

.714 ÷ 39

$$39 \overline{).714}$$

Si quisiéramos, podríamos seguir obteniendo cifras decimales en el cociente, pero vemos que hay ya tres y que es suficiente. Como el dividendo tiene 3 cifras y el divisor ninguna o cero, tenemos que separar 3 cifras en el cociente. El cociente verdadero es .OÍ8



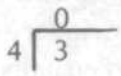
Para convertir una fracción a decimal, se divide el numerador entre el denominador. Se agregan ceros al dividendo, si es necesario, para obtener suficiente exactitud. Repetimos: En algunas ocasiones es conveniente o necesario convertir una fracción a decimal. Una fracción es en realidad la indicación de una división, así es que simplemente se efectúa, dividiendo el numerador entre el denominador.

Por ejemplo, queremos convertir a decimal el quebrado 3/4:

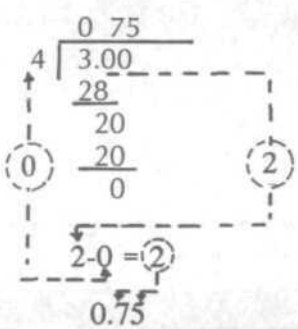
Procedemos a dividir 3 entre 4 o sea:

3 + 4

Colocamos las cantidades en la forma acostumbrada y como no hay cifras decimales, tratamos de dividir como si fueran enteros. Desde luego vemos que 3 no puede dividirse entre 4, así es que colocamos un cero en el cociente.



Podemos obtener decimales y para ello vamos aumentando ceros al dividendo, según vaya siendo necesario. Antes de aumentar ceros, sin embargo, tenemos que colocar un punto decimal en el dividendo, para saber cuantas cifras habrá que separar en el cociente. Este es, aparentemente, 075 pero como el dividendo tiene ahora 2 cifras decimales y en el divisor hay cero, tenemos que separar dos cifras, dándonos el cociente verdadero de .75 o bien 0.75 que es lo mismo.



Resumen

Al término de esta lección ya se le habrá refrescado la memoria con respecto a ciertos temas básicos que aprendió hace ya tiempo, concretamente las fracciones y los decimales. Sabrá que los decimales son, en realidad, fracciones cuyo denominador es 10 o múltiplo de 10; y que una fracción es lo que compara partes de un entero con el propio entero. Las fracciones constan de 2 números, colocados uno encima del otro pero separados por la llamada línea de fracción. El número superior se llama numera-

dor y el inferior denominador. Cuando aquel es menor que este último, la fracción se conoce como fracción propia. Cuando, por el contrario, el denominador y el numerador son iguales o este último es mayor que el denominador, nos encontramos ante una fracción impropia. Hay ocasiones **en** que, por ciertas características, se encontrará con unas fracciones especiales. Por ejemplo, cuando el numerador sea 1, cuando el numerador sea O, o cuando el numerador y el denominador sean iguales. Conocerá las operaciones básicas de sumar, restar, multiplicar y dividir fracciones, y la necesidad de obtener para ello un denominador común. El mínimo común denominador de unas fracciones es el menor número por el que se pueden dividir exactamente todos los denominadores de las fracciones de la operación. Usted sabrá ya que reducir una fracción significa dividir el numerador y el denominador por el mismo número, hasta que no pueda encontrar otro número que lo divida exactamente; y sabrá igualmente cómo esta reducción simplifica las operaciones. No ignorará tampoco lo que es un número mixto, y le resultarán familiares las cuatro operaciones básicas con números decimales.

...y **después, ¿qué sigue?**

¿Qué tipos de materiales se pueden utilizar para los distintos tipos de obras? ¿Cuál es la manera correcta de doblar y cortar un tubo? ¿Qué herramientas se precisan para trabajar con los tubos de refrigeración y aire acondicionado?

¿Qué sucede cuando uno conecta tubos hechos de materiales diferentes? La tecnología de la refrigeración y el aire acondicionado hace mucho uso de canalizaciones y tuberías, por lo cual la persona que da el servicio debe conocer los puntos fuertes y débiles de los distintos tipos de canalizaciones y tuberías.

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso. Escoja una sola respuesta para cada pregunta. Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. La fracción 7/9 **es**
a. propia
b. impropia
c. mixta
d. compleja

2. Las fracciones también significan:
a. problemas de suma
b. problemas de resta
c. problemas de división
d. problemas de multiplicación

3. La presentación en forma fraccionaria del cociente "cuatro entre siete" es:
a. 7/4
b.4/7
c.4.7
d.7.4

4. Lareducción de la fracción 15/25 **a su mínima expresión es**
a. 5/3
b.3.5
c.5.3
d.3/5

5. La reducción de la fracción 7/2 a su mínima expresión es
a. 3 2/1
b. 2 1/3
c. 3 1/2
d. 2 3/1

6. El mcd de las fracciones 5/7, **3/14 y 7/21 es**
a. 21
b.7
c.42
d.l

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón, correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L411

7. El resultado de la suma: 3/4 + 5/7 + 2/3 es

a. 2 13/84
b. 2 7/84
c. 2 11/84
d. 2 9/84

8. El resultado de la multiplicación: 5/8 × 7/9 × 5/7 es

a. 405/175
b. 504/175
c. 157/504
d. 175/504

9. El resultado de la división: 3/4 ÷ 5/7 es

a. 1 1/9
b. 1 1/20
c. 11/10
d. 1/15

10. El resultado de la sustracción: 175.050 − 89.004 es

a. 86.046
b. 68.064
c. 86.064
d. 68.046

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

SISTEMAS DE
Refrigeración
Y AIRE
ACONDICIONADO

CONTENIDO

Introducción....4

1. Definiciones y descripciones....4
2. Tipos de tubos de pared delgada y sus aplicaciones....6
3. Acoplamientos de tubos y mangueras flexibles para sistema de refrigeración y aire acondicionado....12
4. Herramientas que se requieren para trabajar con tubos de cobre....16
5. Procedimientos de los tubos de cobre....18
6. Resumen....28
7. Tareas prácticas....29
8. Examen..., ...31

Tuberías de refrigeración y aire acondicionado (Primera parte)

L412 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 4

Definiciones y descripciones, 4

Tipos de tubos de pared delgada y sus aplicaciones, 6
- Tubos de cobre, 6
  - Tubos recocidos, 7
  - Tubos estirados en frío, 8
  - Tubos de cobre de tamaño nominal, 8
  - Tubos de cobre de aire acondicionado y refrigeración (ACR), 8
- Tubos de aluminio, 9
- Tubos de acero, 10
- Tubos de acero inoxidable, 10
- Tubos de plástico flexible, 10

Acoplamientos de tubos y mangueras flexibles para sistema de refrigeración y aire acondicionado, 12
- Acoplamientos estampados, 12
- Acoplamientos de estaño, 13
- Acoplamientos abocardados, 13
- Acoplamientos de compresión, 13
- Acoplamientos de anillos toroidales, 14
- Acoplamientos de conexión rápida, 14
- Acoplamientos de mangueras flexibles, 14

Herramientas que se requieren para trabajar con tubos de cobre, 16
- Cortador de cobre, 16
- Escariador de tubos, 16
- Dobladores, 16
- Abocardadoras, 17
- Estampadoras, 17

Procedimientos de los tubos de cobre, 18
- Corte de los tubos, 18
  - Método manual para cortar tubos, 18
  - Método de sierra para metales, 19
- Doblez de los tubos, 19
  - Resortes para doblar, 20
  - Doblador de palanca, 20

Tubo abocardado, 21
Un solo abocardamiento con una prensa de abocardamiento de compresión, 22
Abocardamiento sencillo con una prensa de abocardamiento de generación, 23
Abocardamiento doble, 24
Unión de las conexiones con abocardamientos, 24
Soldadura y soldadura de plata, 25
Limpie y funda la unión, 26
Caliente la unión y aplique la soldadura, 26
Suelde la unión hasta que haya un hombro, 27
Resumen, 28
Tareas prácticas:
Aplicación de los procedimientos para trabajar con tubos de cobre, 29
Examen, 31

Introducción

Un sistema de refrigeración y aire acondicionado se halla integrado por numerosos componentes, cada cual con su propia función. Estos componentes se encuentran unidos unos a otros y con los elementos básicos del sistema a través de tuberías.

Los tubos que conforman las tuberías son barras circulares y huecas que por su interior conducen fluidos, en estado líquido o gaseoso, de un lugar a otro dentro de un sistema determinado. Generalmente las paredes de los tubos tienen diferente espesor, unas son más gruesas que otras. En esta lección se estudiarán las tuberías finas.

El trabajo de plomería no se circunscribe únicamente a la instalación de los accesorios del baño o de la cocina. Cuando se trabaja en la unión de tuberías se efectúa una acción de plomería, y cuando usted trabaja en la tubería de un sistema de refrigeración o aire acondicionado está también efectuando un trabajo de plomería.

En esta lección usted conocerá los diferentes tipos de tubería fina empleados en la industria de la refrigeración y el aire acondicionado, cómo seccionarlos y cómo unirlos; pero debe tener presente que el conocer bien la teoría no lo capacita para efectuar un satisfactorio trabajo de plomería: sólo la práctica le permitirá hacer un buen trabajo.

Cuando termine esta lección, usted sabrá seleccionar los tipos de herramienta para cada uno de los trabajos aprendidos, y sabrá todos los pasos necesarios para llevarlos a cabo exitosamente.

Definiciones y descripciones

Damos a continuación una serie de definiciones y descripciones de objetos básicos en el área de las tuberías de refrigeración de pared delgada.

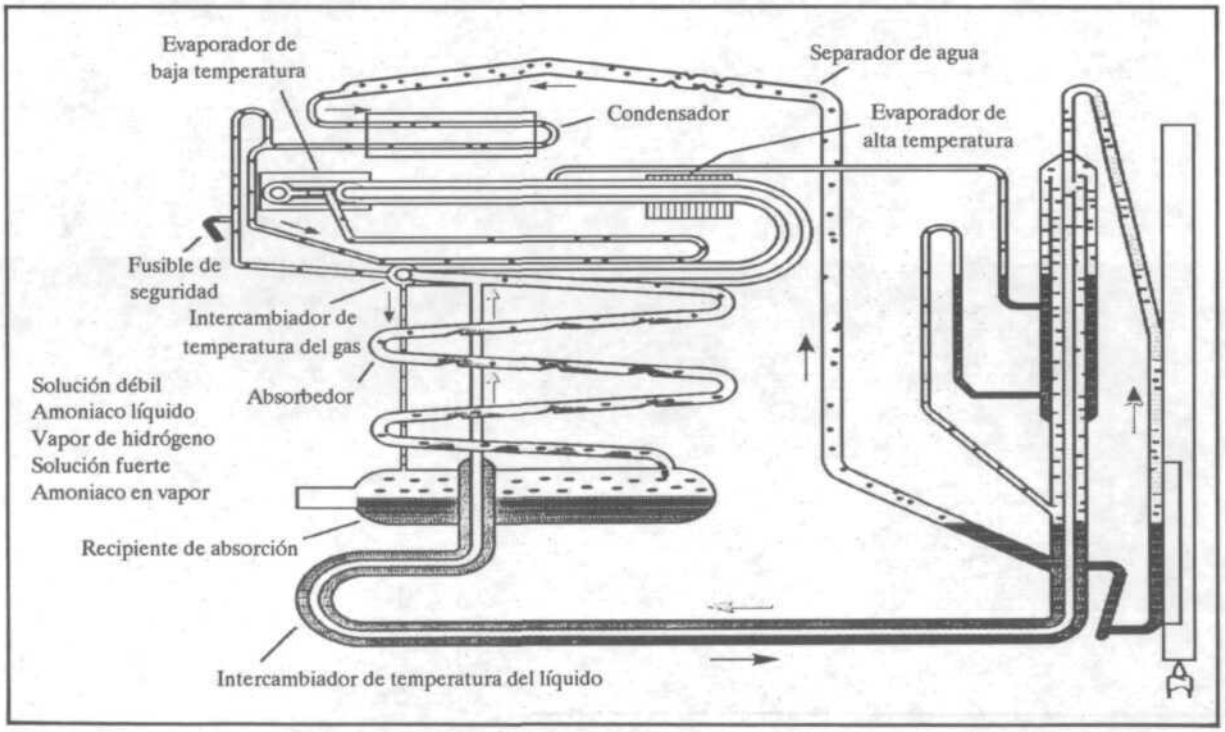


Figura 12-1. La plomería de este sistema de absorción transporta amoniaco y agua en diversos estados de la materia.

ABOCARDAMIENTO *(fiare).* Un abocardamiento es un ensanche del extremo de un trozo de tubería. Permite que se conecte un acoplamiento u otro trozo de tubo. El ensanchamiento se hace a un ángulo aproximado de 45 grados. Una vez que se ha ajustado el acoplamiento, la conexión es muy fuerte y no presenta fugas.

ACOPLAMIENTO DE COMPRESIÓN *(compressionfitting).* Este tipo de acoplamiento se hace con una tuerca, un manguito y una junta. Los acoplamientos de compresión se usan mucho para hacer conexiones rápidas de líneas de refrigerante a unidades de condensación.

ACOPLAMIENTO DE CONEXIÓN RÁPIDA *(quick connect fitting).* Con este tipo de acoplamientos se puede facilitar y agilizar la conexión y desconexión. Se utiliza en mangueras de refrigerante. Los dos tipos principales son el de pinzas y el de sello de presión por resorte.

ACOPLAMIENTO DE ESTAÑO *(sweat fitting).* El "estaño" es un método de soldadura para tubos. Un acoplamiento de estaño debe soldarse sobre la manguera. La soldadura es un proceso de adhesión. En otras palabras, una parte es unida a otra mediante un tercer material.

El primer paso para hacer una conexión de estaño es limpiar las partes que se van a unir. Posteriormente se les pone fundente y se ensamblan. Luego se calienta la unión hasta que alcanza la temperatura de flujo de la soldadura y se añade la soldadura. La soldadura rellenará la unión. Una vez retirado el calor, la soldadura se enfriará y sellará las superficies entre sí.

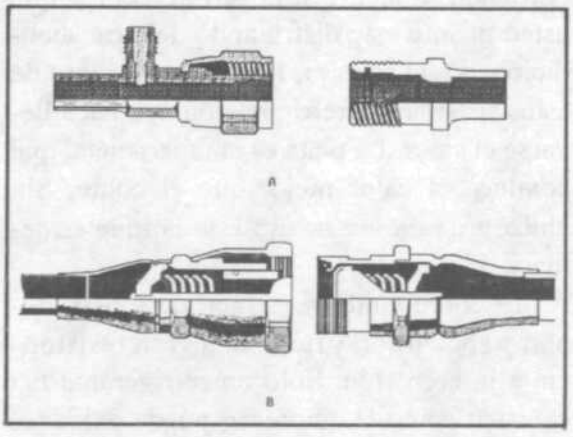


Figura 12-2. Acoplamientos de conexión rápida. *(A)* Tipos de pinzas *(B)* Tipo de sello de presión por resorte.

ACOPLAMIENTO ESTAMPADO *(swagefitting).* Con este método, podrán permanecer unidas dos secciones de tubería de igual tamaño sin tener que usar un acoplamiento. Se utiliza un tipo de tubo especial llamado estampador para ensanchar un extremo de una sección del tubo a fin de que encaje el extremo de la otra sección del mismo. Esto forma un tipo de junta corrediza que puede soldarse.

ACOPLAMIENTOS DE ANILLOS TOROEDALES *("O" ring fittings).* Son acoplamientos especializados que se utilizan en algunas válvulas de servicio y para conexiones especiales.

ACOPLAMIENTOS DE MANGUERA CON PICOS *(barbed hosefittings).* Son de uso común en los sistemas de aire acondicionado de los automóviles y camiones de carga. Forman un sello hermético al gas.

TUBERÍA DE TAMAÑO NOMINAL *(nominal size tubing).* Este tipo de tubería se usa para redes de distribución de agua, drenaje y otras aplicaciones en que no se usan refrigerantes. Nunca utilice este tipo de tubería en mangueras de aire acondicionado o refrigeración que llevan refrigerante. Las tuberías de tamaño nominal tienen la misma medida interior que las tuberías de hierro del mismo tamaño.

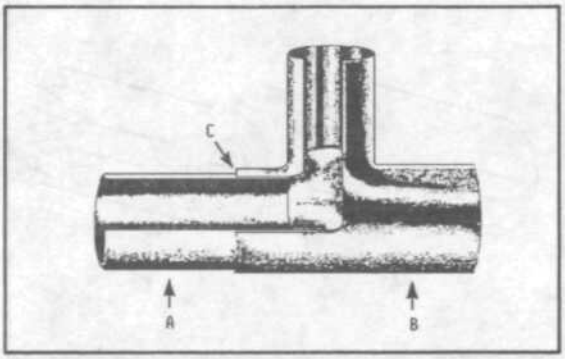


Figura 12-3. Un acoplamiento de estaño debe soldarse sobre la manguera.

TUBO. Un tubo es un conducto que transporta líquidos y puede tener paredes delgadas o gruesas. Los tubos más usados en la industria de la refrigeración y el aire acondicionado son las de cobre, aluminio y acero.

TUBOS ACR. Los tubos ACR, o tubos de Aire acondicionado y Refrigeración, están fabricados especialmente para llevar refrigerante. Es un tipo de tubo libre de contaminantes y sellado. Ya se vio en lecciones anteriores lo importante que resulta el mantener al refrigerante no contaminado por sustancias extrañas y ajeno a la humedad. Cuando mida los tubos ACR, utilice el diámetro exterior. Esto significa que hay que medirlos atravesando el centro, de un borde exterior hasta el opuesto.

TUBOS DE PLÁSTICO FLEXIBLE. Estos tubos están hechos de polietileno, son de color negro y vienen en rollos. Utilizan acoplamientos deslizantes y se sujetan con abrazaderas. Durante muchos años se han usado en pozos profundos.

TUBOS ESTIRADOS EN **FRÍO.** Constituyen tuberías de cobre que no deben doblarse. Vienen en longitudes de aproximadamente 6m (20 pies aproximadamente).

TUBOS RECOCIDOS. Estos tubos han sido tratados con calor para suavizarlos y que se puedan doblar fácilmente. Generalmente vienen en rollos de 50 pies (unos 15 m aproximadamente).

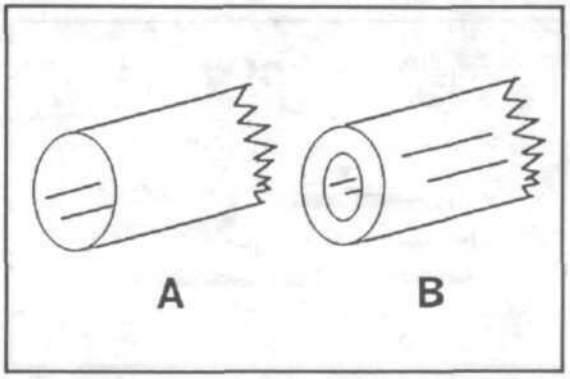


Figura 12-4. *(A)* tubo de paredes delgadas. *(B)* Tubo de paredes gruesas.

Tipos de tubos de pared delgada y sus aplicaciones

La mayor parte de los tubos finos que se usan en la industria de la refrigeración y del aire acondicionado son de cobre. No obstante, hay otros tipos de tubos que se usan cada vez con mayor frecuencia: tubos de aluminio, de acero, de acero inoxidable y de plástico.

La mayoría de los tubos de cobre empleados en la industria de la refrigeración y del aire acondicionado son tubos ACR. Eso significa tubos de aire acondicionado y refrigeración. Estos tubos han sido tratados de una forma especial para que se puedan usar con refrigerantes. En las secciones siguientes de esta lección conocerá más acerca de los tubos Aire Acondicionado y Refrigeración (ACR).

Tubos de Cobre

La principal razón por la que los tubos de cobre son los que más se emplean en la industria de refrigeración y aire acondicionado es que tienen numerosas ventajas. Poseen una alta conductibilidad térmica. Eso significa que el calor circula fácilmente a través de ellos. Entonces, ya sea que esté enfriando la leche en el refrigerador o que usted mismo esté disfrutando del aire acondicionado de su casa, los tubos de cobre de estos sistemas de refrigeración ayudan a llevarse el calor. La plata es el único metal que conduce el calor mejor que el cobre. Sin embargo, rara vez se usa ésta porque es demasiado costosa.

El cobre también es fácil de soldar, doblar y abocardar, y tiene una gran resistencia a la corrosión. Sólo un refrigerante tan cáustico como el amoniaco puede oxidar el cobre. Esa es su única desventaja: el cobre no puede emplearse en los sistemas en que el refrigerante es amoniaco.

Los tubos de cobre se pueden clasificar de acuerdo con el grueso de sus paredes, su temple y su tipo. No obstante, la clasificación es general y está diseñada para ayudarle a decidir qué clase de tubo usar para un trabajo específico. En la Figura 12-5 se presentan las clasificaciones y sus descripciones.

Los tipos SAE y L son los que se usan con mayor frecuencia en el trabajo de refrigeración y aire acondicionado. A menudo las cajas y las etiquetas llevan un código de colores para ahorrar tiempo. El tipo SAE es amarillo, el tipo K es verde, el tipo L es azul, y el tipo M es rojo.

Estas clasificaciones son importantes para que sean seguras las presiones de trabajo. Una presión segura de trabajo está determinada por el tamaño del tubo y el calor del fluido o del vapor que está dentro del tubo. Conforme aumenta la temperatura del fluido o del vapor, disminuye la presión segura de trabajo. La figura 12-6 le proporciona una tabla que muestra las presiones seguras de trabajo. El diámetro exterior viene en pulgadas, así como el grosor de la pared. PSI significa en inglés libras por pulgada cuadrada, (pounds per square inch). Observará que estas presiones sólo son para tubos blandos ACR a 150 grados. También existen tubos ACR duros, muchas temperaturas diferentes y otro tipo de tubo llamado tubo de cobre de tamaño nominal. En esta sección conocerá más acerca de estos dos últimos tubos. Pero recuerde que el tipo y tamaño de los tubos de cobre que se usan a una temperatura determinada no deben exceder nunca las presiones seguras de trabajo. Muchos refrigerantes son peligrosos. Si estalla un tubo, puede ocurrir un desastre.

Clasificación	Descripción
SAE	Tubo suave, pared delgada
K	Tubo suave o duro, pared muy gruesa
L	Tubo suave o duro, pared gruesa
M	Tubo suave o duro, pared estándar

Figura 12-5. Clasificaciones del grosor de las paredes de los tubos de cobre.

Los tubos de cobre vienen en dos temples. El temple significa el grado de dureza y flexibilidad del metal. Observe que la figura 12-6 le proporciona las presiones seguras de trabajo para los tubos ACR suaves. Las dos clases de temple que encontrará en los tubos de refrigeración y aire acondicionado son la suave y la dura. El tubo suave también se llama recocido y el duro es llamado tubo estirado en frío.

Tubos recocidos. Al tubo de cobre recocido simplemente se le llama tubo de cobre suave. Este ha sido tratado con calor para suavizarlo y que sea fácil de doblar y de abocardar. Después de cierto tiempo, ya sea que se utilice o que sólo esté en depósito, el tubo recocido se puede volver quebradizo. El tubo también tiende a endurecerse si se le golpea, maltrata o dobla. Si el tubo recocido se vuelve quebradizo y duro y usted necesita trabajar con él, puede volver a

Exterior	Pared	
Diámetro	Grosor	PSI
1/4	0.030	1230
3/8	0.032	860
1/2	0.032	630
5/8	0.035	540
3/4	0.035	440
7/8	0.045	500
1 1/8	0.050	430
1 3/8	0.055	390

Figura 12-6. Presiones seguras de trabajo para tubos blandos ACR a 150 grados Fahrenheit.

recocer el tubo. Para hacer esto, simplemente tiene que calentar el tubo hasta que tome un color rojo apagado o cereza, o azul, y luego déjelo enfriar.

Debido a su extrema flexibilidad, el tubo recocido necesita apoyo. Generalmente los soportes y las abrazaderas le brindan este apoyo. Siempre instale estos tubos de manera que no tengan tensión (fuerzas que los obliguen a estirarse). Reduzca cualquier vibración utilizando espirales horizontales. Las vibraciones cristalizarán el cobre y harán que se raje o que se rompa.

Los tubos de cobre suaves se emplean en la refrigeración y el aire acondicionado domésticos y en algunas instalaciones comerciales. Se pueden conseguir en rollos de 25, 50 y 100 pies (7, 15 y 30 m aprox.). En la Figura 12-7 se encuentra una lista de los tamaños que se usan con mayor frecuencia. El diámetro exterior viene en pulgadas, y el grosor de la pared está dado en milésimas de pulgada. Por lo general, los tubos de cobre suaves son soldados a sus acoplamientos.

Tubos estirados en frío. Este tipo de tubo de cobre no ha sido recocido. No es suave ni flexible, y no debe ser doblado. Utilice tramos y acoplamientos rectos para formar las conexiones de la tubería. Los acoplamientos de los tubos estirados en frío deben ser soldados con plata, aunque las tuberías de agua pueden recibir una soldadura blanda. No use soldadura blanda en las tuberías de cobre estirado en frío del refrigerante.

Exterior	Pared
Diámetro	Grosor
1/4	.030
3/8	.032
1/2	.032
5/8	.035
3/4	.035
7/8	.045
1 1/8	.050

Figura 12-7. Tamaños más usuales de tubos de cobre recocidos.

Debido a que este tubo es duro y rígido, necesita pocas abrazaderas y soportes. Quizás los de diámetros más grandes ni siquiera los necesiten. Viene en longitudes de 20 pies (6 m aproximadamente), y en el mismo diámetro y grosor que los tubos de cobre recocidos.

Los dos tipos de tubo de cobre son el de tamaño nominal y el ACR. Ambos tienen el grosor de pared y los temples que ya discutimos. Los tubos de cobre de tamaño nominal y los ACR se diferencian principalmente en la manera en que se pueden usar.

Tubos de cobre de tamaño nominal. Nunca emplee tubos de cobre de tamaño nominal para aplicaciones en que se use algún refrigerante. Eso significa que no se pueden usar para aire acondicionado o refrigeración. Este tipo de tubo se puede usar en mangueras y drenajes de agua, y en donde no se use refrigerante.

Tubos de cobre de aire acondicionado y refrigeración (ACR). La mayor parte de los tubos de cobre que se usan en la industria de la refrigeración y el aire acondicionado son tubos ACR. Los tubos ACR han sido tratados de manera especial para que sean adecuados al usarse con refrigerantes, y se tienen que conservar especialmente limpios. Si entran materiales extraños a un sistema de refrigeración, pueden surgir numerosos problemas, incluso que se queme el motor eléctrico. Los tubos ACR están sellados. Usted sabe que esto también es importante porque la humedad es el contaminante más dañino que puede exitir en un sistema de refrigeración.

Por lo general, al tubo ACR se le carga con gas de nitrógeno para mantenerlo lim-

pió y seco hasta que se vaya a usar. Siempre que corte tubos ACR, conecte inmediatamente ambos extremos. Cuando aplique soldadura a tubos ACR, introduzca en ellos gas de nitrógeno durante el proceso. Esto evitará que se presente oxidación dentro del tubo.

Los tubos de cobre ACR tienen dos aplicaciones principales: una es para aire acondicionado y la otra para refrigeración. Se puede usar siempre y cuando el regrigerante no sea amoniaco.

El cobre se oxida y se desintegra rápidamente si está en contacto con el amoniaco.

Los tubos de cobre ACR se usan para las líneas de succión, de líquidos y de descarga, y para las bobinas de evaporación y condensación del aire acondicionado y la refrigeración. Los tubos ACR que transportan refrigerante se consiguen en grosor de pared K, L y M, pero la mayoría de los tubos ACR en uso son del tipo L.

Tubos de aluminio

Los tubos de aluminio se utilizan en refrigeradores domésticos y en acondicionadores centrales de aire, así como en el acondicionamiento de aire de autos y camiones. En los refrigeradores, se usan para las líneas de evaporación y succión. En los acondicionadores centrales de aire, se usan para el condensador. En los acondicionadores de aire de autos y camiones, se usan para la línea de líquido, el condensador, el receptor y el evaporador.

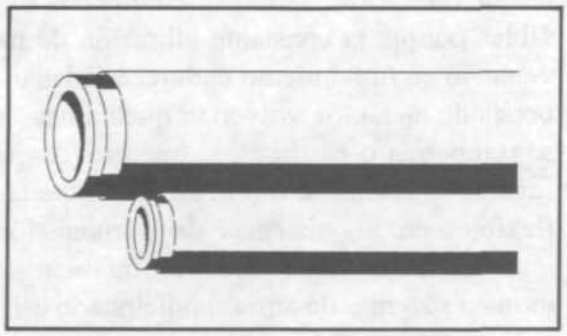


Figura 12-8. Estos tubos de cobre ACR, estirados en frío, se han limpiado, deshidratado y presurizado con gas de nitrógeno, y sus extremos se han conectado, a fin de que puedan usarse con refrigerantes.

Resulta fácil formar las tuberías de aluminio, y se necesitan pocos acoplamientos. Se puede usar soldadura blanda, soldadura autógena con aleaciones especiales y a veces simplemente epoxi. Se usa en la industria de la refrigeración y el aire acondicionado principalmente porque es menos costoso y más asequible que el cobre.

Los hay del tipo de bobina sin uniones y del tipo de pared delgada. Para usarse con refrigerantes, se limpian y se sellan. Vienen en diámetros exteriores que van desde 5/16 hasta 3/4 de pulgada.

Los tubos de aluminio se abocardan y se doblan fácilmente, pero son porosos, se endurecen con rapidez y se oxidan más fácilmente con otras sustancias que el cobre. No pueden estar en contacto con otros metales sin producir una acción corrosiva. La corrosión es un desastre para un sistema de refrigeración. Por lo tanto, siempre que use acoplamientos, deberá hacerlo con tuercas de aluminio, soldadura especial o epoxi. Cuando use soldadura autógena, debe asegurarse de que sea con un gas inerte.

Los tres problemas más comunes a los que se enfrentará con los tubos de aluminio son:

- reparación de fugas
- soldadura de tubos de aluminio
- soldadura de tubos de aluminio a cobre

La forma más sencilla de reparar una fuga en un tubo de aluminio es con epoxi. Asegúrese de usar el epoxi adecuado y de seguir las instrucciones del fabricante al pie de la letra. De otra forma, el epoxi puede ponerse tan duro como el vidrio y partir el metal cuando cambie la temperatura.

Los tubos de aluminio se pueden soldar en forma muy parecida al cobre. En esta

misma lección le indicaremos cómo hacerlo. Lo que difiere al soldar aluminio son los materiales y algunos de los procedimientos. Utilice fundente de soldadura de alumnio, una varilla de soldadura de aluminio, y gas inerte de soldadura. El fundente de soldadura de aluminio es un polvo azul. Mezcle una pequeña cantidad de él con algunas gotas de agua. Esto formará una pasta que usted podrá aplicar de la misma manera que el fundente de cobre.

Al soldar tubos de aluminio, recorra la llama del soplete sobre una amplia área del tubo. No se concentre en el área que está directamente encima y debajo de la unión. Si así lo hace, hará un agujero en el tubo.

Usted puede unir el cobre y el aluminio, pero antes debe recubrir el cobre con un cable de soldadura que sea de plata en un 45%. Después podrá soldar el cobre y el aluminio con una varilla de soldadura de aluminio.

Tubos de acero

En la industria de la refrigeración y el aire acondicionado se usan algunos tubos de acero de pared delgada y sin uniones. Pueden ser recocidos o estirados en frío, y se miden de acuerdo con su diámetro exterior. Vienen en las mismas medidas que los tubos de cobre, y se conectan mediante abocardamiento o soldadura de plata.

Los tubos de acero se usan principalmente en los condensadores de los refrigeradores domésticos. Sus propiedades de transmisión de calor no son tan buenas como las de cobre o el aluminio, pero está relacionado con el refrigerador de manera tal que compensa la diferencia. El condensador está asegurado a la caja del refrigerador. Esto aumenta el área del condensador y compensa la superioridad del cobre para conducir el calor. ¿Por qué usarlo? Porque el acero es mucho menos costoso que el cobre.

Hay otros dos usos importantes del acero en los sistemas de refrigeración. Cuando el refrigerante es amoniaco, se debe usar acero. El amoniaco no lo oxidará como hace con el cobre. Cuando el sistema es un sistema de refrigeración por absorción, todos los componentes que transportan el refrigerante deben ser de acero.

Tubos de acero inoxidable

Los tubos de acero inoxidable también vienen en los tamaños comunes de tubos de cobre ACR. El tipo de tubo de acero inoxidable que más se utiliza es el número 304, que es un tipo formado por carbono de bajo punto, níquel y cromo. Con frecuencia se requiere este tipo de tubo en la industria alimenticia, por ejemplo en la fabricación de helados y en los sistemas de manejo de leche.

El acero inoxidable es fuerte y tienen una gran resistencia a la corrosión. Las conexiones de acero inoxidable, por lo general, se hacen con técnicas de soldadura blanda.

Tubos de plástico flexible

Los tubos de plástico flexible se requieren para algunas aplicaciones de refrigeración y aire acondicionado. Algunos ejemplos son los acondicionadores de aire de autos y camiones, y los vehículos refrigerados de transporte. Se requieren tuberías flexibles porque la constante vibración de un vehículo en movimiento endurecería las tuberías de metal. Se volverían quebradizas y se romperían o partirían, lo que provocaría fugas. Por la misma razón, se usan tuberías flexibles en los sistemas de refrigeración que tienden a vibrar mucho. También se usan en sistemas de aire acondicionado central, donde hay dobleces complicados.

Los tubos de plástico flexible, o polietileno, son negros y vienen en rollos. Se han usado bastante durante mucho tiempo en pozos profundos. De hecho, es un tipo de

tubo con un uso específico. Se usa principalmente en exteriores, para pozos o sistemas de aspersión. No se pueden usar para transportar agua caliente. Existen tres grados de tubos de plástico flexible, que se clasifican de acuerdo con la presión: 125 psi, 100 psi y 80 psi (610, 488 y 390.4 kg/m^2).

Los tubos flexibles se fabrican con materiales que se mantienen flexibles, que no presentan muchas fugas y que se unen fácilmente a los acoplamientos. Se venden a granel en longitudes que pueden cortarse al tamaño requerido.

En la Figura 12-9, se ilustran dos tipos de tubos flexibles. La manguera de polietileno está hecha de un tubo de nylon interior envuelto con un refuerzo de hilaza y cubierto con polietileno. La manguera de neopreno está hecha de capas de neopreno cubiertas y unidas por trenzas de rayón. Este tipo de tubo flexible es a prueba de fugas y muy durable.

Las principales ventajas de los tubos de plástico flexible son que resulta muy fácil trabajar con ellos. Se pueden cortar con un cuchillo. Los cortes no tienen que ser rectos, porque se pueden unir fácilmente con abrazaderas.

Si le resulta difícil sacar un acoplador de tubo de plástico flexible, únicamente vacíe agua caliente encima. Eso suavizará el tubo y el acoplamiento saldrá rápidamente.

Se han ideado algunos acoplamientos especiales para hacer conexiones de manguera flexible. Al final de la siguiente sección hablaremos de esto más detalladamente.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V si considera verdadera la afirmación, o la letra F *si la considera falsa.*

1.	Los tubos de cobre son los que más se emplean en la industria de la refrigeración y el aire acondicionado.	F	V
2.	Los tubos de cobre de tamaño nominal se pueden emplear para cualquier tipo de refrigerante.	F	V
3.	La forma más sencilla de reparar una fuga en un tubo de aluminio es con epoxi.	F	V
4.	El tipo de tubo de acero inoxidable que más se utiliza es el número 304, que es un tipo formado por carbono de bajo punto.	F	V
5.	La manguera de neopreno está hecha de un tubo de nylon interior envuelto con un refuerzo de hilaza y cubierto con polietileno.	F	V

Respuestas

1. V 2. F (El tubo de cobre de tamaño nominal no se puede emplear para aire acondicionado y refrigeración) 3. V 4. V 5. F (La manguera de neopreno está hecha de capas de neopreno cubiertas y unidas por trenzas de nylon.)

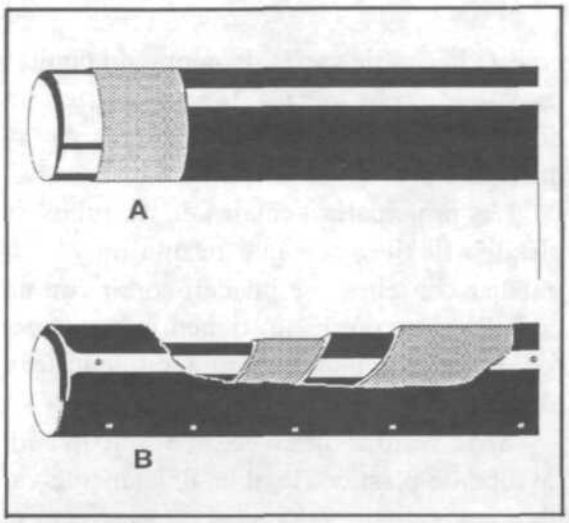


Figura 12-9. Tubos flexibles. *(A)* Manguera de polietileno. *(B)* Manguera de neopreno.

Acoplamientos de tubos y mangueras flexibles para sistemas de refrigeración y aire acondicionado

En la industria de la refrigeración y el aire acondicionado los acoplamientos sirven para cuatro propósitos. En primer lugar, conectan los tubos y las mangueras a otros tubos y mangueras, o a otros componentes del sistema. En segundo lugar, se usan para cambiar la dirección de conducción de un tubo. En tercer lugar, se usan para reducir o ensanchar el tubo a fin de que pueda conectarse a otra medida. En cuarto lugar, los acoplamientos se usan para conectar el extremo de un tubo. En la industria se usan diversos tipos de acoplamientos. El que elija ja de la lista siguiente, en un momento dado, dependerá del tipo de tubería y de lo permanente que quiere que sea la conexión.

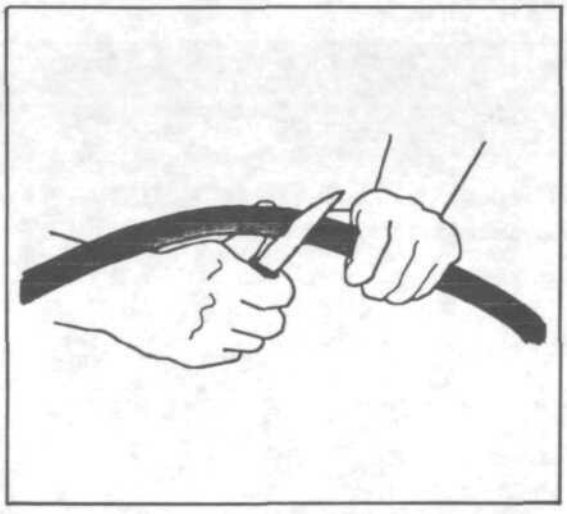


Figura 12-10. Resulta fácil trabajar con tubos de plástico flexible.

- acoplamientos estampados
- acoplamientos de estaño
- acoplamientos abocardados
- acoplamientos de compresión
- acoplamientos de anillos toroidales
- acoplamientos de conexión rápida
- acoplamientos de manguera flexible

La mayoría de los acomplamientos que se emplean en los sistemas modernos están dentro de estas categorías. Los acoplamientos de los tubos de cobre están hechos de latón.

Acoplamientos estampados

El estampado es un método para unir permanentemente dos tubos del mismo tamaño y metal sin usar un acoplamiento. Todo lo que se necesita son los tubos, el estampador del tamaño adecuado, y su equipo de soldadura.

El estampador de punzón y el de palanca son los que se usan con más frecuencia para este método. Ambos tipos vienen en diferentes tamaños para adaptarse a los tamaños de los tubos de cobre.

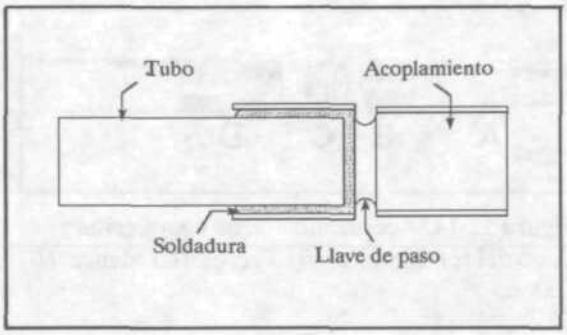


Figura 12-11. Estos tubos de cobre se han estampado y unido.

Una vez que los tubos están estampados correctamente como en la Figura 12-11, ya se pueden unir y están listos para la soldadura. En esta lección también le indicaremos cómo soldar el cobre.

Acoplamientos de estaño

El propósito de los acoplamientos de estaño es hacer vueltas y conexiones con la menor caída de presión posible en la tubería. Casi para cada propósito hay un acoplamiento de estaño. Como técnico, usted deberá conocer muy bien todos los tipos. La Figura 12-12 muestra algunos de ellos.

Es esencial que el acoplamiento de estaño sea conectado adecuadamente al tubo. Si no es así, la soldadura puede salir por la conexión, entrar al sistema de refrigeración y causar daños. Los acoplamientos de estaño se pueden soldar con soldadura blanda o soldadura de plata. En esta lección conocerá ambos procedimientos.

Acoplamientos abocardados

El acoplamiento abocardado que se usa en la industria de la refrigeración y el aire acondicionado tiene un abocardamiento de 45 grados. La tuerca de abocardamiento se coloca sobre el tubo. Después se abocarda el tubo y se asegura a otro acoplamiento. Evidentemente el abocardamiento del tubo es del mismo tamaño que la orilla del acoplamiento. Luego se atornilla la tuerca de abocardamiento en la parte que se une. Esto aprieta los tubos entre las partes. Conocerá más acerca de esto cuando hablemos de cómo unir un acoplamiento de abocardamiento. La Figura 12-13 le muestra diversos tipos de acoplamientos de abocardamiento.

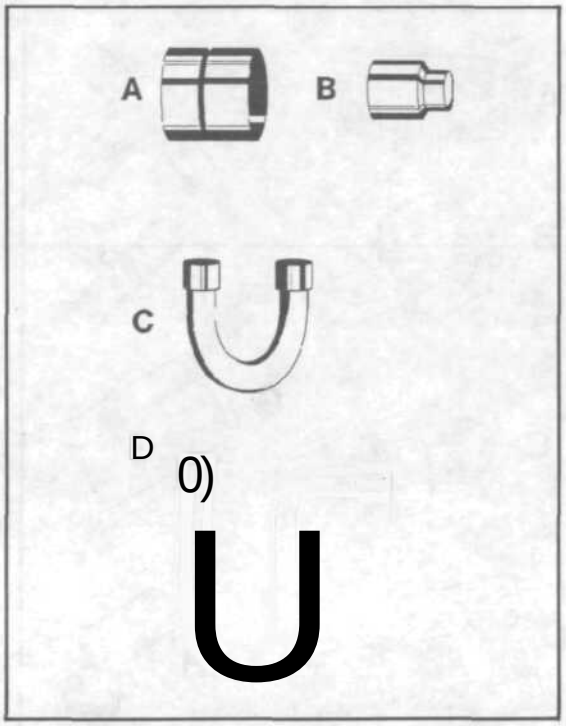


Figura 12-12. Acoplamientos de estaño. *(A)* Acoplamiento. *(B)* Reductor del acoplamiento. *(C)* Vuelta de regreso. *(D)* Interceptor de la manguera de succión.

Los dos tipos de aborcadamientos son el sencillo y el doble. Debe usar abocardamientos dobles cuando trabaje con aluminio. Así como con el estampado, se usa una herramienta especial para abocardar, esta es la prensa de abocardamiento. Los dos tipos de prensas de abocardamiento son el de comprensión y el de generación. Después veremos esto con mayor detalle.

Acoplamientos de comprensión

Los acoplamientos de comprensión ahora se usan para conectar las unidades de conden-

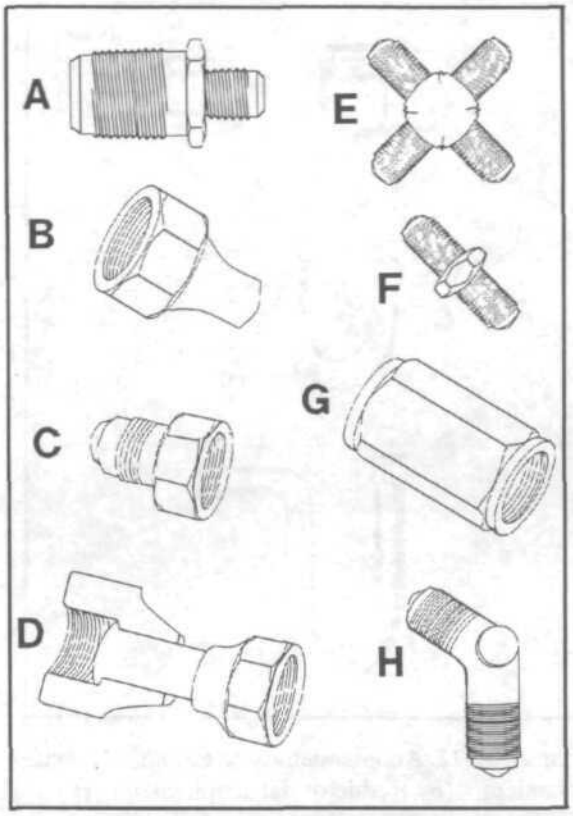


Figura 12-13. Acoplamientos abocardados. *(A)* Unión de reducción. *(B)* Tuerca corta. *(C)* Corrector hembra. *(D)* Eslabón giratorio. *(E)* Cruz. *(F)* Unión. *(G)* Unión hembra, *(H)* Codo de unión.

sación con las líneas de refrigerante en algunas circunstancias. Los tubos deben ser estirados en frío. Si son del tipo suave, deben ser totalmente redondos. Los tubos estirados en frío no deben tener mellas cerca del acoplamiento y los tubos suaves no deben tener dobleces cerca del acoplamiento. Las mellas y los dobleces pueden provocar fugas.

Un acoplamiento de comprensión debe ser apretado a mano con una vuelta y media. Más de eso puede dañar los tubos y el acoplamiento puede presentar fugas.

Acoplamientos de anillos toroidales

Estos acoplamientos se usan para conexiones especiales, como con algunas válvulas de servicio. Un anillo toroidal es un sello de

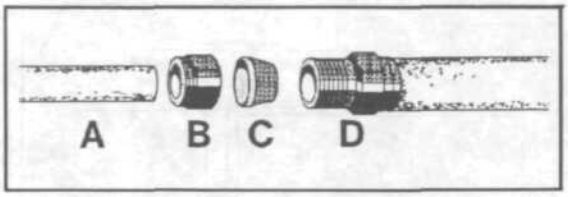


Figura 12-14. Acoplamientos de compresión . *(A)* Tubo del refrigerante. *(B)* Tuerca. *(C)* Manga. *(D)* Unión.

empaque que generalmente se hace de neopreno. Se coloca en una ranura que está entre las partes. Esas partes se atornillan entre sí y el anillo toroidal proporciona el sello. Es importante asegurarse de que el anillo toroidal esté en la ranura que le corresponde. Apriete con la mano el acoplamiento con media vuelta. Tenga cuidado si va a soldar esta unión. El calor destruirá el anillo. Si debe aplicar soldadura cerca, puede poner un trapo mojado alrededor del acoplamiento para proteger el anillo.

Acoplamientos de conexión rápida

En la Figura 12-2 se puede ver un ejemplo de cada uno de estos dos tipos de acoplamiento. El de pinzas se usa en las mangueras de refrigerante previamente cargadas. Si se retira la manguera del sistema, se perderá el refrigerante. El de sello de presión por resorte también se usa en las mangueras de refrigerante previamente cargadas. Tampoco se puede retirar del sistema sin perder la carga.

Acoplamientos de mangueras flexibles

Ya conoció cómo se construye este tipo de tubería. Sabe que se usa principalmente para los acondicionadores de aire de autos y camiones, para el acondicionamiento central aire, en que las mangueras tienen que dar complicadas vueltas, y para sistemas que tienden a vibrar mucho.

Los acoplamientos para mangueras flexibles pueden ser de latón o nylon, aunque el latón es el que se usa con mayor frecuencia. Algunos de estos acoplamientos usan anillos toroidales de neopreno para que queden mejor sellados.

La Figura 12-15 muestra algunos acoplamientos comunes de mangueras flexibles. Están hechos de plástico rígido. "A" es un acoplamiento en T y "B" es un acoplamiento tipo L. "C" es un adaptador macho, al igual que "D", pero "D" es de acero. "E" es un acoplamiento simple y "F" es un ejemplo de abrazadera. Todos los acoplamientos de tubos de plástico flexible son de los que se insertan. Eso significa que encajan dentro del tubo. Hay muchos más acoplamientos de mangueras flexibles y todos vienen en tamaños estándar.

Para trabajar con tubos de plástico flexible, se necesita un cuchillo filoso o una sierra, acoplamientos de plástico rígido y abrazaderas. Si está usted uniendo tubos de plástico flexible a tubos de PVC (cloruro de polivinilo) o de acero, necesitará un adaptador. No tiene que hacer un corte recto con este tipo de tubo, porque se usan abrazaderas para sellar la unión. Sólo tiene que asegurarse de que el tubo esté bien colocado debajo de la abrazadera.

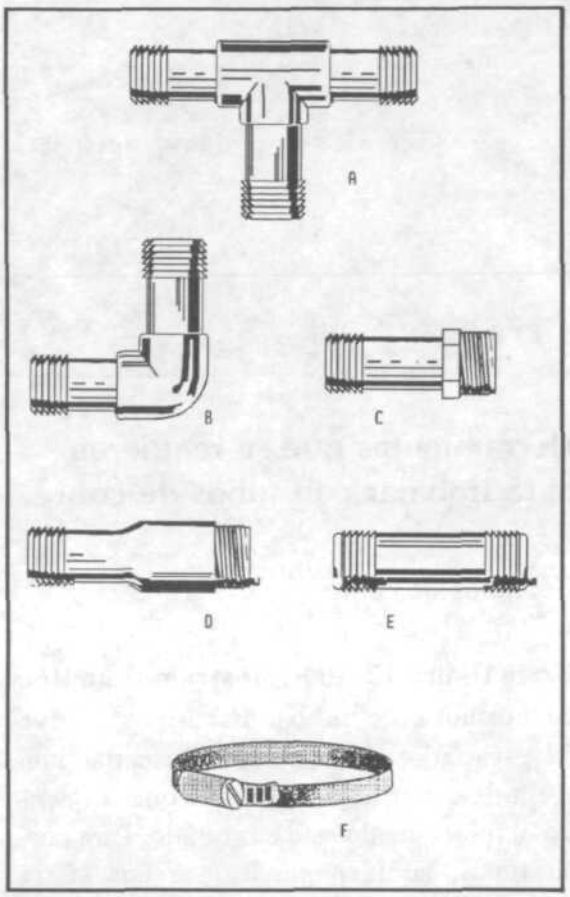


Figura 12-15. Normalmente, los acoplamientos de tubos flexibles son de plástico rígido.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido

1. Acoplamientos cuyo propósito es hacer vueltas y conexiones con la menor caída de presión posible en la tubería. _____
2. Acoplamientos cuyos dos tipos son: sencillo y doble. _____
3. Acoplamientos que se usan para conexiones especiales, como con algunas válvulas de servicio. _____

a. Acomplamientos abocardados
b. Acoplamientos de anillos toroidales
c. Acoplamientos de estaño

4. Acoplamientos cuyos dos tipos son: de pinzas y de sellos_____ d. Acoplamientos de mangueras flexibles
de presión.

5 Acoplamientos cuyos dos tipos son: de latón o de nylon._____ e. Acoplamientos de conexión rápida

Respuestas

1. c 2. a 3. b 4. e 5. d

Herramientas que se requieren para trabajar con tubos de cobre

Cortador de cobre

En la figura 12-16 le mostramos un tipo de cortador de tubos. Ese tipo incluye un escariador o navaja para escariar con el fin de quitar las rebabas que quedan dentro el tubo cuando este es cortado. Para cortar tubos, también puede usar una sierra de metales. El cortador de tubos es una herramienta manual que puede o no tener una navaja para escariar. Es la herramienta que se prefiere para los tubos recocidos de tamaño pequeño. Los cortadores manuales de tubos van desde 1/8 de pulgada hasta 4 1/8 pulgadas de diámetro exterior. El método de sierra de metales es mejor para tubos grandes estirados en frío.

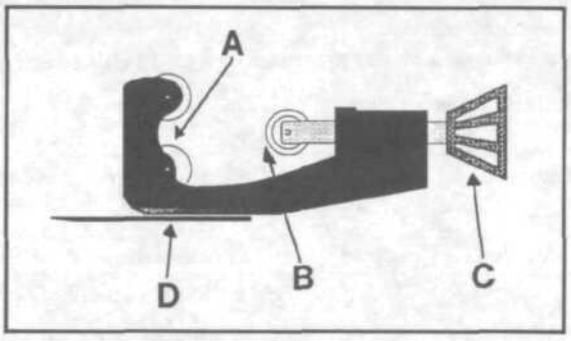


Figura 12-16. Cortador de tubos. *(A)* Poleas con ranura. *(B)* Rueda para cortar. *(C)* Perilla para apretar. *(D)* Navaja del escariador.

Escariador de tubos

El escariador de tubos se usa para quitar las rebabas que deja el cortador dentro y fuera del tubo. Algunas veces se puede encontrar un escariador de tubos en un cortador manual. Si no es así, hay escariadores manuales de tubos como el que se presenta en la Figura 12-17.

Para usar esta herramienta, colóquela sobre el tubo y hágala rotar. Luego déle vuelta, colóquela de nuevo sobre el tubo y vuélvala a hacer rotar. Quitará las rebabas del interior y exterior del tubo.

Evidentemente, los escariadores varían en tamaño, para ajustarse a las diferentes dimensiones de tubo, pero sólo son herramientas adaptables. Esto significa que un escariador se ajustará a muchos tamaños de tubos , pero no a todos.

Dobladores

Usted puede doblar los tubos de tamaño pequeño que se usan en los sistemas domésticos de refrigeración con las manos, pero para hacerlo bien se necesita práctica. Si utiliza un doblador, el trabajo resultará mejor.

Se pueden emplear resortes para doblar colocados dentro o fuera del tubo. Los dobladores de palanca se ajustan perfectamente sobre el tubo y pueden ayudarle a hacer un doblez casi perfecto de 180 grados.

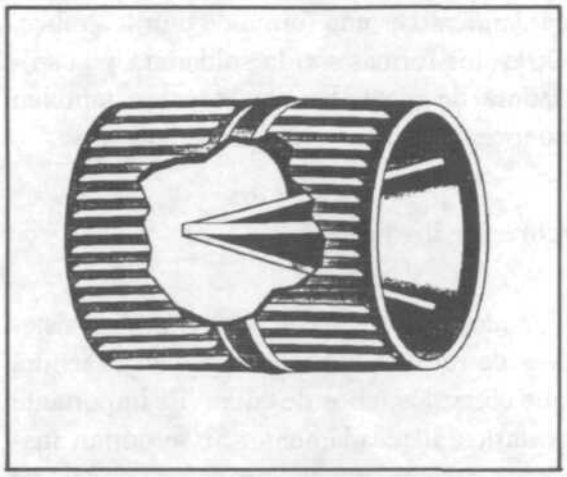


Figura 12-17. Escariador manual de tubos.

Abocardadoras

Hay dos tipos de abocardadoras de las que hablaremos en un momento. Pero antes, recuerde elegir una abocardadora que se ajuste al tamaño del tubo de cobre que está empleando.

Los dos tipos generales de abocardadoras son el de comprensión y el de generación. No obstante, hay muchos fabricantes. Así que siempre coloque el tubo en la abocardadora siguiendo las instrucciones del fabricante. Después le daremos algunas instrucciones generales.

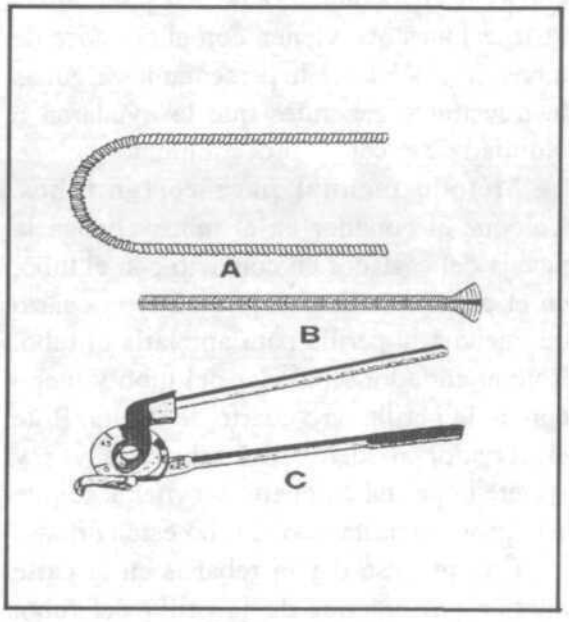


Figura 12-18. Dobladores. *(A)* Interno. *(B)* Externo. *(C)* Tipo palanca.

Estampadoras

El estampador de punzón y el de palanca son los estampadores que más se usan para este método. Ambos tipos vienen en diferentes tamaños para ajustarse a los tamaños de los tubos de cobre.

Para usar el estampador de punzón, coloque el tubo de cobre en el agujero de tamaño adecuado del cepo de yunque. Luego inserte un punzón dentro del tubo de cobre y pegúele con el martillo hasta que penetre donde usted desee.

El tamaño de la superposición debe ser el mismo del diámetro exterior del tubo de cobre. En otras palabras, si el diámetro exterior es de media pulgada, el tamaño de la superposición debe ser de por lo menos media pulgada.

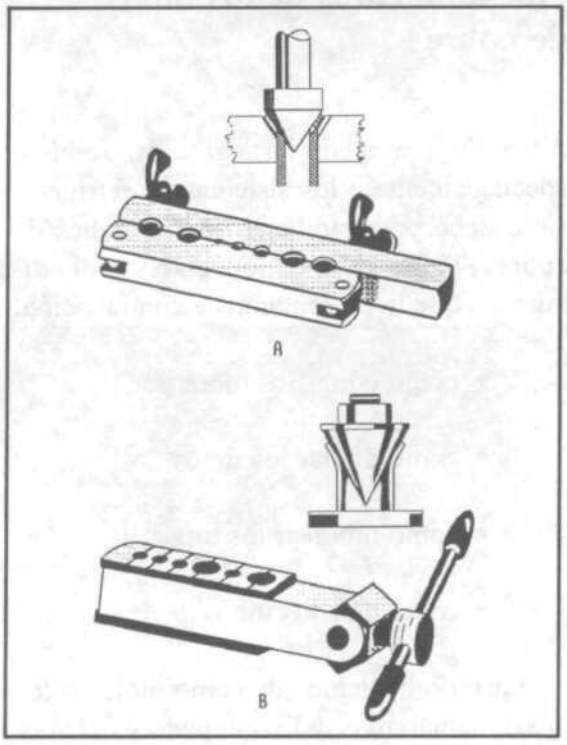


Figura 12-19. Presas de abocardamiento. *(A)* Abocardadora de compresión. *(B)* Abocardadora de generación.

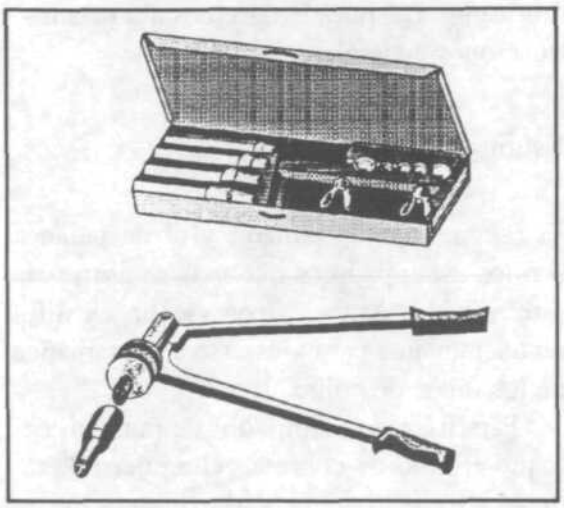


Figura 12-20. Estampadores. *(A)* Estampador de punzón. *(B)* estampador de palanca.

Para usar el estampador de palanca, coloque el expansor dentro del tubo. Luego apriete la palanca. Conforme la aprieta, se expande el tubo al tamaño deseado.

Procedimientos de los tubos de cobre

Antes de que pueda instalar o dar servicio adecuadamente a los sistemas de refrigeración, debe poder trabajar con los tubos de cobre. Tiene que conocer los procedimientos que le presentamos a continuación.

- cómo cortar los tubos
- cómo doblar los tubos
- cómo moldear los tubos
- cómo unir los tubos

Cuando hablemos de cómo moldear los tubos, hablaremos del estampado y del abocardamiento. Ahora ya conocemos cómo estampar, así que en esta sección nos concentraremos en el abocardamiento. El abocardamiento es una forma de unir los tubos. Otras dos formas son la soldadura y la soldadura de plata. En esta sección también conocerá acerca de estos procedimientos.

Corte de los tubos

Cuando instale o le dé servicio a los sistemas de refrigeración, con frecuencia tendrá que cortar los tubos de cobre. Es importante cortarlos adecuadamente. Si se cortan inadecuadamente, pueden producirse fugas del refrigerante, y obstrucciones en la tubería del mismo.

Hay dos formas básicas de cortar los tubos de cobre: empleando un cortador manual o utilizando una sierra de metales. En la Figura 12-16 le presentamos un tipo de cortador manual. Hay otros tipos que son muy similares. Algunas veces tienen una navaja para escariar como la de la Figura 12-16. Si el cortador manual no tiene un escariador, necesitará uno. Esta es una herramienta manual muy sencilla que quita las rebabas del interior del tubo cortado.

Recuerde que muchos fabricantes hacen cortadores para tubos. Debe leer y seguir las instrucciones que vienen con el cortador de tubos. Más adelante le presentamos algunas instrucciones generales que le ayudarán a familiarizarse con el procedimiento.

Método manual para cortar tubos. Coloque el cortador en el tubo y ponga la navaja del cortador en contacto con el tubo, en el punto que desee cortar. Dé un cuarto de vuelta a la perilla para apretarla al tubo. Rote el cortador alrededor del tubo y luego apriete la perilla otro cuarto de vuelta. Rote el cortador alrededor del tubo otra vez y apriete la perilla un cuarto de vuelta. Repita este proceso hasta que el tubo esté cortado.

Este proceso dejará rebabas en la parte interior y/o exterior de la orilla del tubo. Debe quitar estas rebabas, ya que si no, éstas opondrán resistencia al paso del refrigeran-

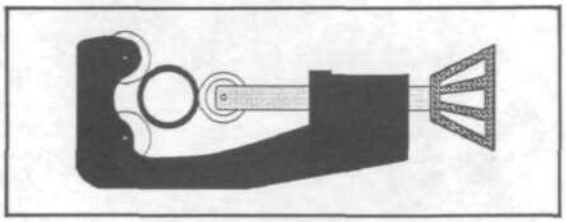


Figura 12-21. Cortador manual cortando un tubo de cobre.

te, lo que provocará fricciones y añadirá calor al sistema. También contaminará el sistema si se desprenden algunos pedacitos. Quite las rebabas con la navaja para escariar de la cortadora, o con un escariador manual.

Método de sierra para metales. El método de sierra para metales o de metales se usa con tubos más grandes y con tubos estirados en frío. Cuando emplee este método, use una prensa de tornillo o un aditamento especial de la sierra para sujetar el tubo. Esto garantizará un corte recto en el extremo del tubo. Utilice una segueta que tenga por lo menos 32 dientes por pulgada. No habrá rebabas dentro del tubo, pero deberá asegurarse de que tampoco caigan limaduras en su interior.

Doblez de los tubos

Aunque pueda doblar con las manos los tubos recocidos de tamaño pequeño, resultará mejor si usa un doblador. Si dobla los tubos con la mano, éstos se torcerán y se deformarán. Cuando sucede esto, el tubo no dura mucho tiempo. Además, mientras esté en uso, quizás impida el flujo normal del refrigerante.

Cuando doble tubos, siga los siguientes consejos:

- Doble el tubo lentamente. Use el mayor radio posible. Es más fácil doblar un tubo de radio grande y hay menos probabilidad de que se aplaste.
- Doble el tubo gradualmente. No intente terminar todo el proceso en una sola operación. Si así lo hace, puede romper o torcer el tubo.
- Doble el tubo de manera que no experimente tensión después de que lo haya instalado.
- Mantenga redondo el tubo mientras lo dobla. No deje que se ensortije, se aplaste o se tuerza.

En esta lección conoció que el radio es la distancia que va del centro de un arco o círculo hasta el borde exterior. También conoció que el diámetro es la distancia que atraviesa el centro de un arco o círculo de un borde exterior a otro. El radio normal de doblez para los tubos de cobre es cinco veces el diámetro exterior del tubo. Esta es la regla segura de doblez del radio. Se aplica a los tubos de cobre hasta de un diámetro exterior (DE) de media pulgada (1/2").

En la Figura 12-22 el tamaño del tubo es de media pulgada de diámetro exterior. ¿Cuál es el radio de doblez seguro? 1/2 x 5 = 5/2 = 2 1/2 (pulgadas). ¿Y si el tubo fuera de un cuarto de pulgada de diámetro exterior? ¿Cuál sería el radio de doblez seguro? 1/4 x 5 = 5/4 = 1 1/4 (pulgadas).

Como hemos visto, hay dos tipos básicos de dobladores: de resortes para doblar y

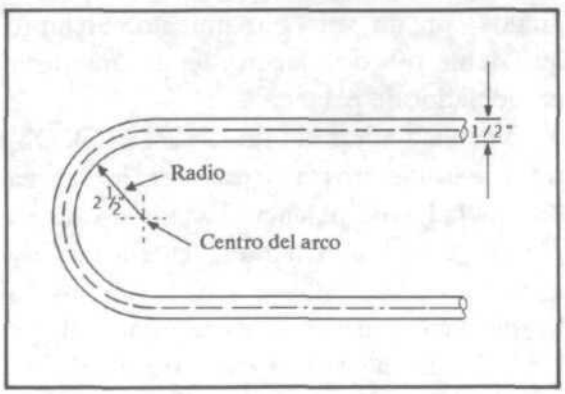


Figura 12-22. Si se rebasa el radio de seguridad del doblez, puede romper o rajar el tubo.

de palanca. Más adelante vienen las descripciones para usar los distintos tipos de dobladores de tubos.

Resortes para doblar. Los resortes para doblar se pueden usar dentro o fuera del tubo. Se operan con las manos. Garantizan un doblez correcto. Cuando use un resorte interior, asegúrese de que ajuste perfectamente dentro del tubo. Deje que una pequeña parte de la herramienta salga del tubo. Si no lo hace, será difícil y tal vez imposible sacar el resorte después de que está doblado el tubo. Cuando se haya hecho el doblez, quite el resorte dándole vueltas para que se contraiga. Cuando use un resorte exterior, ajústelo perfectamente sobre el tubo. Asegúrese de que esté sobre el área que está doblando. Cuando haya hecho el doblez deseado, retire el resorte para doblar dándole vueltas para que se expanda.

Doblador de palanca. La mayoría de las veces usará un doblador de palanca. ¿Por qué? Porque es el que hace los mejores dobleces. Si usted elige el doblador de palanca del tamaño adecuado para el tubo que va a doblar, puede hacer un doblez de 180 grados con un solo movimiento. Siempre que doble tubos de acero, tendrá que usar un doblador de palanca.

Vuelva a mirar la Figura 12-18 (C). Observe los números que están en la cabeza del doblador de palanca. Es una escala en grados. Usted utilizará esa escala cuando haga un doblez con este doblador. Y eso es lo que vamos a hacer ahora: practicar los dobleces. De hecho, haremos tres dobleces: uno de 90 grados, otro de 180 grados y un tercero de acodamiento de 45 grados.

Para hacer el doblez de 90 grados, usaremos un tubo de cobre de 3/8 de pulgada de diámetro exterior. Así que necesitaremos un doblador de 3/8 de pulgada. También necesitaremos un cortador de tubos y un escariador manual si el cortador no tiene navaja para escariar.

Primero desenrolle 17 pulgadas del tubo de cobre de 3/8 de pulgada de diámetro exterior, y córtelo. Coloque el doblador sobre el tubo. El detalle (A) de la Figura 12-23 nos muestra en qué parte del doblador hay que colocar el tubo.

Ahora mida siete pulgadas del tubo y márquelo. Luego haga que coincidan la

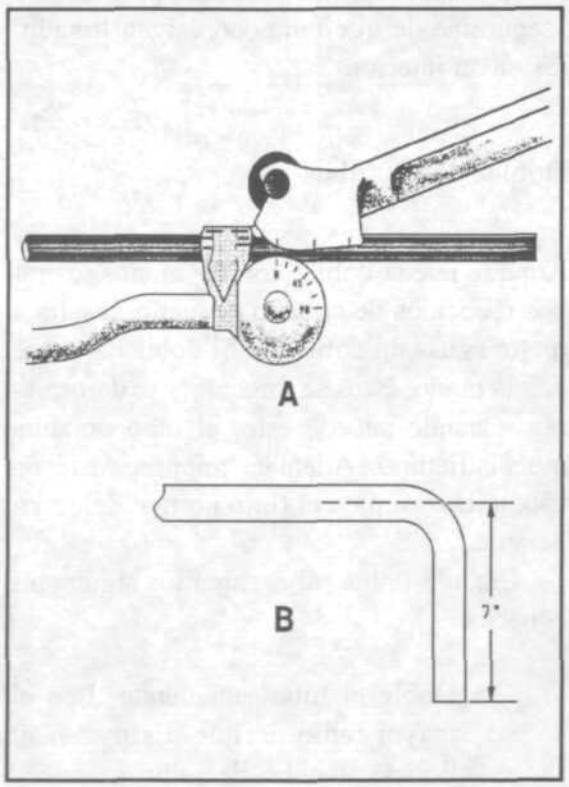


Figura 12-23. Puede emplear un doblador de palanca para hacer un doblez de 90 grados.

marca "R" del doblador y la marca que acaba usted de hacer en el tubo. Jale la palanca (la parte que tiene la "R") hasta que la "R" coincida con la marca de 90 grados que está en la cabeza del doblador. Retire el doblador. El detalle (B) de la Figura 12-23 muestra cómo se ve el tubo después del procedimiento.

Para hacer un doblez de 180 grados, se necesitarán las mismas herramientas. También tendrá que seguir las mismas instrucciones, excepto una. Cuando jale la palanca, hará coincidir la marca del tubo con la marca de 180 grados que está en la cabeza de la palanca del doblador.

Un doblez de acodamiento requerirá también las mismas herramientas. Pero este tipo de doblez en realidad constituye dos dobleces. Observe la Figura 12-24. Así es como se verá el tubo después del primer doblez y del segundo. Para hacer este doblez, corte de un rollo 19 pulgadas de un tubo con un diámetro exterior de 3/8 de pulgada. Coloque el tubo sobre un doblador de palanca de 3/8 de pulgada.

Marque 6 pulgadas en el tubo y haga que coincida esta marca con la "R" del doblador. Jale la palanca hasta que la "R" coincida con la marca de 45 grados que está en la cabeza del doblador. Retire el doblador del tubo. Mida 4 1/4 pulgadas de la primera marca que hizo en el tubo y márquelo de nuevo. Coloque el tubo en el doblador. Haga coincidir la marca "R" de la palanca con la marca que acaba de hacer en el tubo. Asegúrese de que el doblador esté en el lado opuesto del tubo desde el doblez anterior. Jale la palanca hasta que la "R" coincida con la marca de 45 grados del doblador. Retire el doblador del tubo.

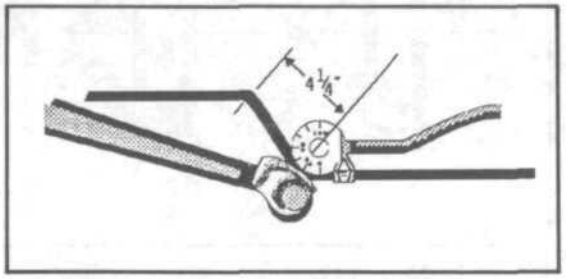


Figura 12-24. Cuando haga un doblez de abocardamiento, el doblador deberá estar del otro lado del tubo a partir del primer doblez.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Los tipos generales de abocardadoras son: el del tipo de_____y el del tipo de generación.

2. Hay dos formas básicas de cortar los tubos de cobre: emplear un cortador manual o emplear una_____.

3. El radio normal de doblez para los tubos de cobre es_____veces el diámetro exterior del tubo.

4. Siempre que se doblen tubos de acero, se tendrá que usar un doblador de ___ _____ .

5. Para hacer un doblez de 90° a un tubo de cobre de 3/8" de diámetro se necesita usar un doblador de _____ de pulgada.

Respuestas

1. compresión 2. sierra de metales 3. cinco 4. palanca 5. 3/8

Tubo abocardado

Como usted conoce, hay dos tipos de abocardadoras: la de compresión y la de gene-

ración. Pero recuerde que hay muchos fabricantes de estas herramientas. Así que cerciórese de leer correctamente las instrucciones que vienen con la abocardadora que use. Las instrucciones que le damos a continuación sólo son instrucciones generales.

También conoce que hay dos tipos de abocardamiento. En esta sección, conocerá cómo manejar estos dos tipos. Primero le indicaremos cómo hacer un solo abocardamiento con una prensa de abocardamiento de compresión. Después le indicaremos cómo hacer un sólo abocardamiento con una prensa de abocardamiento de generación. Finalmente le indicaremos cómo hacer un abocardamiento doble.

Un sólo abocardamiento con una prensa de abocardamiento de compresión. Para este procedimiento necesitará un cortador de tubos, un escariador (si el cortador no lo incuye), una prensa de abocardamiento de compresión, una abocardadora de 3/8 de pulgada, una cinta métrica o regla, aceite lubricante, tubo de cobre suave enrollado de 3/8 de pulgada de diámetro exterior, y una tuerca de abocardamiento de 3/8 de pulgada.

Mida y corte una pieza de seis pulgadas (15.2 cm) de tubo de cobre. Ya le hemos indicado cómo hacerlo. Vuelva a sellar el extremo del rollo de tubo. Escarie la pieza que acaba de cortar. Tenga cuidado de no escariar demasiado. Sólo quite las rebabas. Asegúrese de que el extremo del tubo apunte hacia abajo para que los pedacitos de metal caigan hacia afuera y no hacia adentro del tubo.

Coloque el tubo en la prensa de aborcadamiento de manera que quede sobre la prensa un tercio de la profundidad del bisel de la prensa. El bisel es el agujero en el que se coloca el tubo. Vea la Figura 12-25. Coloque sobre la prensa la abocardadora. Ponga una gota de aceite refrigerante sobre las hebras y una gota en el cono de la abocardadora. Cuando utilice aceite en los componentes de sistemas de refrigeración,

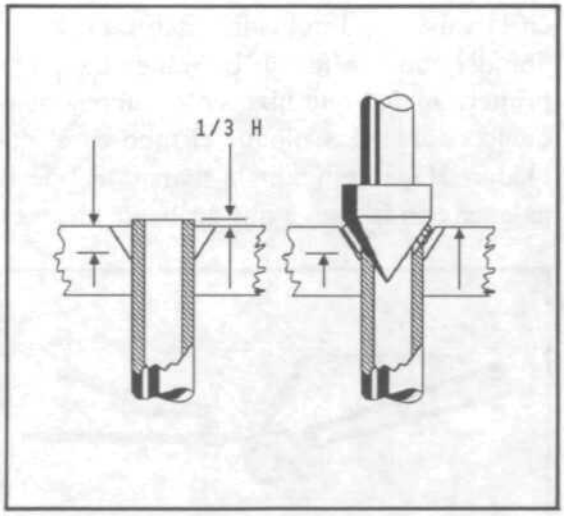


Figura 12-25. Cuando utilice una prensa de abocardamiento de compresión, ponga el tubo en la prensa de modo que se extienda hacia arriba un tercio de la profundidad del bisel.

asegúrese de que sea aceite para refrigeración.

Posteriormente, apriete unas cuantas vueltas el cono dentro del tubo y luego sáquelo de nuevo. Vuélvalo a meter y sáquelo otra vez. Continúe de esta manera hasta que esté abocardado. Al igual que con el acodamiento con un doblador de resorte, no intente terminar el procedimiento con una sola operación. Si lo hace, podría romper el tubo. Entonces tendría que empezar de nuevo. Si realiza esta parte del proceso poco a poco, tendrá como resultado un abocardamiento suave y pulido. Cuando ya esté el abocardamiento, retire el tubo de la prensa y ponga la tuerca de abocardamiento en el tubo.

La última etapa es ver cómo encaja el abocardamiento en el asiento de la tuerca de abocardamiento. Si no se ajusta adecuadamente, no sellará bien y puede haber fugas. La Figura 12-26 muestra diversos acoplamientos de abocardamiento.

Abocardamiento sencillo con una prensa de abocardamiento de generación. Para este procedimiento, necesitará las mismas herramientas y materiales que empleó para hacer un abocardamiento sencillo con la prensa de abocardamiento de compresión, pero esta vez utilizará una prensa de abocardamiento de generación. Una vez más, corte el tubo, reséllelo sobre el rollo y escaríelo. Coloque el tubo en la prensa de abocardamiento y ponga la abocardadora sobre la prensa.

Una vez más, ponga una gota de aceite lubricante en las hebras y otra en el cono. Apriete el cono con unas cuantas vueltas en el tubo y sáquelo de nuevo. Continúe de

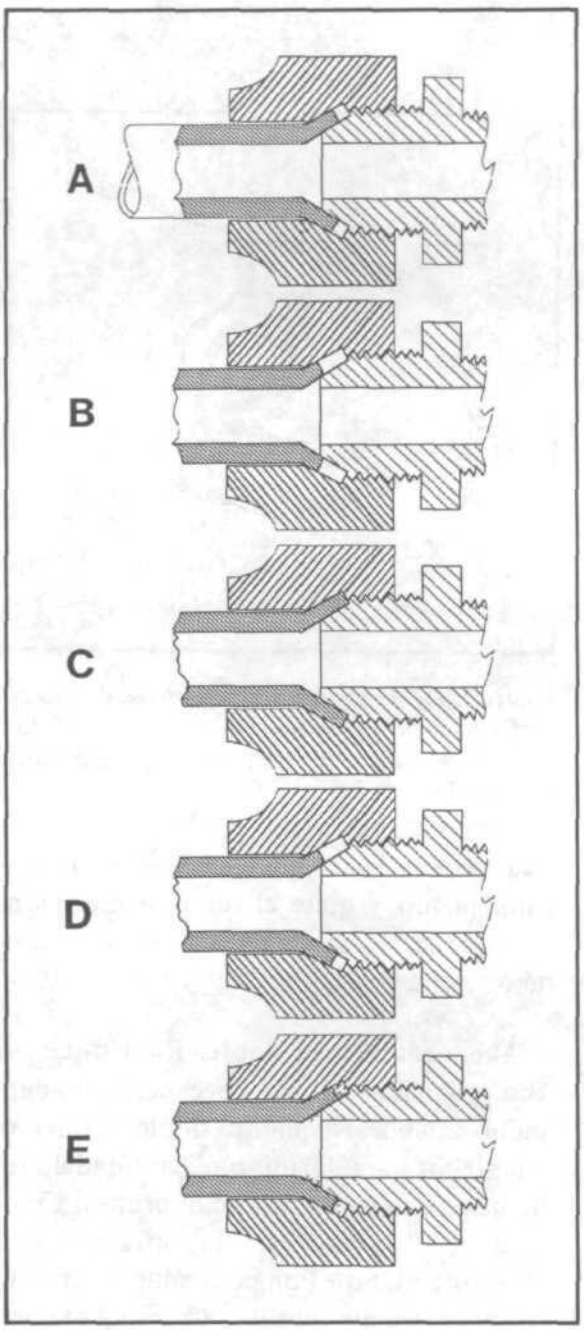


Figura 12-26. Acoplamientos de abocardamiento sencillo. *(A)* Abocardamiento correcto. *(B)* Abocardamiento demasiado pequeño. *(C)* Abocardamiento demasiado grande. *(D)* Abocardamiento no uniforme. *(E)* Rebabas en el abocardamiento.

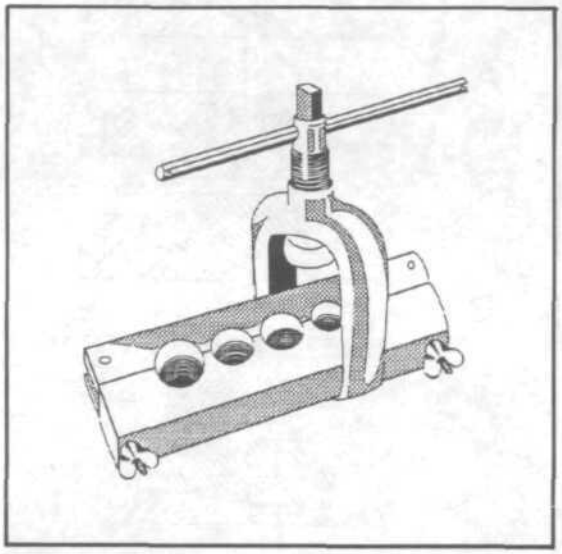


Figura 12-27. Cuando utilice una prensa de abocardamiento de generación, utilice como calibrador de altura la parte de la abocardadora que está debajo de la ranura.

esta manera hasta que esté hecho el abocardamiento y quite el tubo de la prensa. Coloque la tuerca de abocardamiento en el tubo.

Abocardamiento doble. Para hacer un abocardamiento doble, necesitará un adaptador de abocardamiento doble. Utilice el adaptador para decidir qué cantidad de tubo debe extenderse sobre la prensa. Coloque el tubo en la prensa de abocardamiento. Ponga el adaptador dentro del extremo del tubo. Coloque el cono sobre el adaptador y apriételo. Suelte la abocardadura (cono) y quite el adaptador. Ahora apriete dentro del tubo otra vez el cono de abocardamiento. Retire el tubo de la prensa de abocardamiento.

Deberá usar dobles abocardamientos principalmente, o únicamente, para tubos que tengan un diámetro exterior de 5/16 de pulgada o más. Es muy difícil hacer este tipo de abocardamiento en tubos más pequeños.

Unión de las conexiones con abocardamiento. Una vez hecho el abocardamiento, lo utilizará para hacer una conexión. La conexión con abocardamientos es una de las

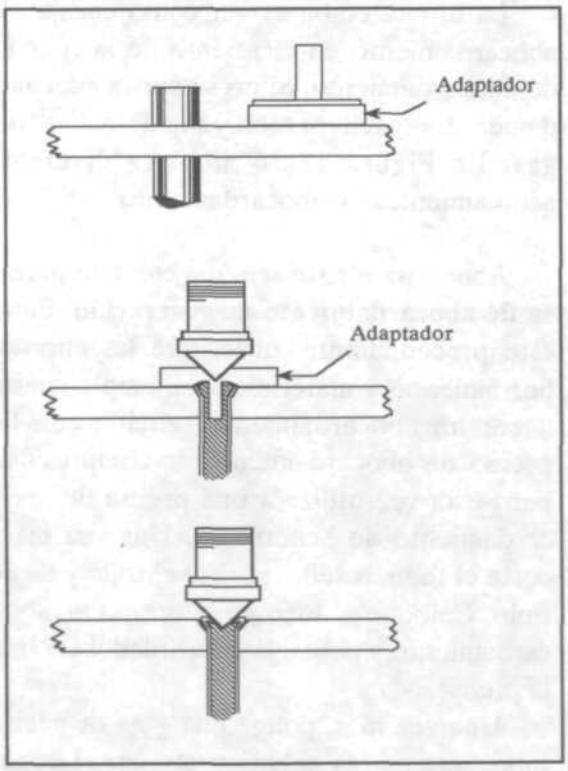


Figura 12-28. Un abocardamiento doble requiere un adaptador especial.

tres formas principales de conectar tubos. Las otras dos son la soldadura blanda y la soldadura de plata.

Para unir una conexión con abocardamiento, haga resbalar el lado roscado de la tuerca de abocardamiento por el abocardamiento. Asegúrese de que el abocardamiento encaje dentro de la tuerca mediante los filetes de rosca y los asientos de la apertura. De esta manera obtendrá el mejor sello.

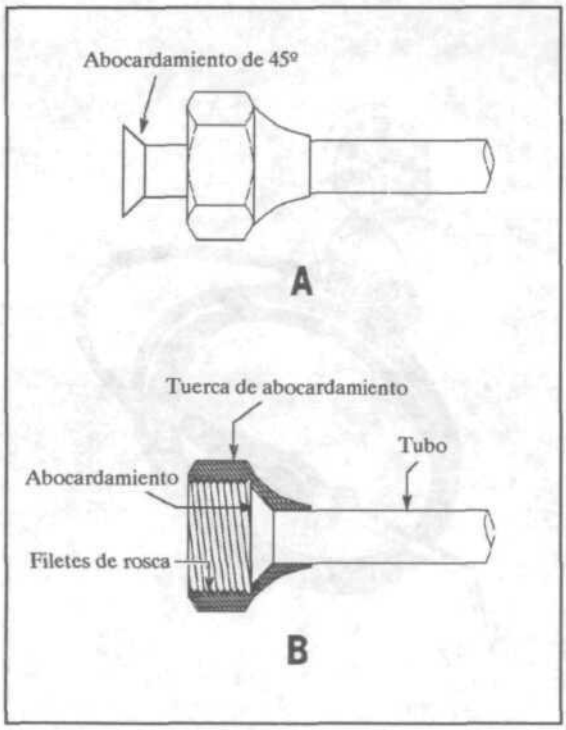


Figura 12-29. Unión de las conexiones con abocardamientos. *(A)* Ponga la tuerca de abocardamiento en el tubo. *(B)* Añada la conexión con abocardamientos y atornille sobre ella la tuerca, apretando el tubo entre las partes.

Soldadura y soldadura de plata

Ya conoció cómo hacer un acoplamiento estampado. Para que lo recuerde bien, observe la Figura 12-11 otra vez. Los acoplamientos estampados usan soldadura blanda. Al principio de esta lección, también le dimos información sobre los acoplamientos de estaño. Como usted conoce, los acoplamientos de estaño pueden usar soldadura blanda o de plata. Ahora conocerá cómo usar la soldadura blanda y la de plata. Estos dos procesos sólo difieren en el tipo de material de soldadura que se usa.

Al igual que el acodamiento de tubos, la soldadura es un proceso que requiere práctica. Antes de que empecemos a explicarle cómo soldar, le daremos algunos consejos que deberá recordar siempre para obtener una buena soldadura.

- No use la varilla de soldar para fundir el soldante. El calor del tubo debe encargarse de eso.
- Tenga especial cuidado cuando limpie o funda la unión para soldar. El tiempo que emplee en la preparación se lo ahorrará después, y obtendrá una unión mejor y más fuerte.
- Tan pronto como pegue la soldadura, limpie la unión.

La mayoría de los técnicos usan una soldadura hecha de 50% de estaño y 50% de

plomo, para soldar tubos de cobre recocidos. Se funde a 350 grados Fahrenheit aproximadamente (177 °C). Sin embargo, algunos usan una soldadura 50/50 que se funde a 250 grados Fahrenheit aproximadamente (121 °C), y otros usan una de 95% de estaño y 5% de plomo que se funde a 450 grados Fahrenheit aproximadamente (232 °C). Para los tubos de cobre duro, casi todos usan una soldadura que contiene entre 35% y 45% de plata. Cuando se usa este tipo de soldadura, al proceso se le llama soldadura de plata. Se funde entre 1,100 y 1,300 grados Farenheit (593 y 704 °C).

No obstante, los pasos son los mismos para ambos tipos de soldadura.

Limpie y funda la unión. Las herramientas que empleará para limpiar la unión pueden ser cepillos de alambre, estropajos de acero y lijas. Limpie la unión por dentro y por fuera. Sabrá que la unión está limpia cuando los metales que se van a unir estén brillantes. Después deberá fundir las superficies con fundente de soldadura. Esto también ayudará a limpiarla.

Caliente la unión y aplique la soldadura. Primero caliente los tubos y los acoplamientos por todos lados. La Figura 12-30 le muestra un tipo de soplete para soldar.

De vez en cuando, toque el tubo con la soldadura. Cuando el tubo esté lo suficientemente caliente, la soldadura se fundirá y entrará en la unión. Tan pronto como empiece a fundirse la soldadura, retire un poco el soplete del tubo. Lo importante es mantener la unión con el calor suficiente como para que se funda la soldadura. Tenga cuidado de no calentar las partes demasiado. El calor en exceso puede quemar el fundente. Si eso sucede, tal vez tenga que separar la unión, limpiarla y volverla a fundir.

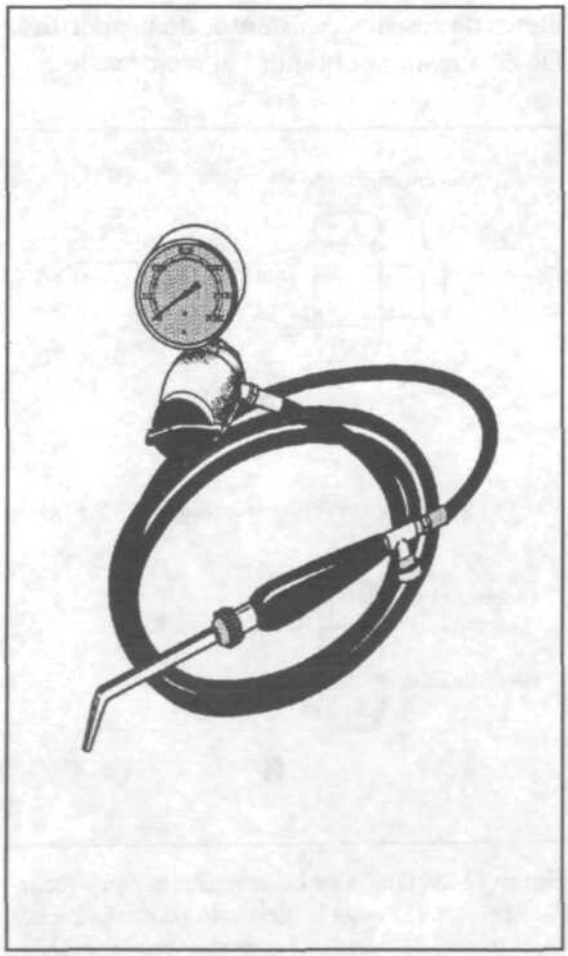


Figura 12-30. Esta herramienta se usa para soldar las uniones de la tubería.

Suelde la unión hasta que haya un hombro. Esto significa que tiene que seguir poniendo soldadura hasta que vea que se forma un anillo de soldadura alrededor de la unión.

Tan pronto como haya aparecido un hombro alrededor de la unión, quite la varilla y deje que se enfríe la soldadura. En cuanto se haya pegado o enfriado la soldadura, limpie con un trapo la soldadura que haya quedado.

Se sigue la misma técnica con la soldadura de plata. Este procedimiento necesita más calor; y usted debe tener más cuidado en no dañar las partes cercanas, como las válvulas y los secantes, con ese calor. Una manera de proteger otros componentes del calor de la soldadura es cubrirlos con trapos mojados. No dirija hacia ellos la llama de la varilla.

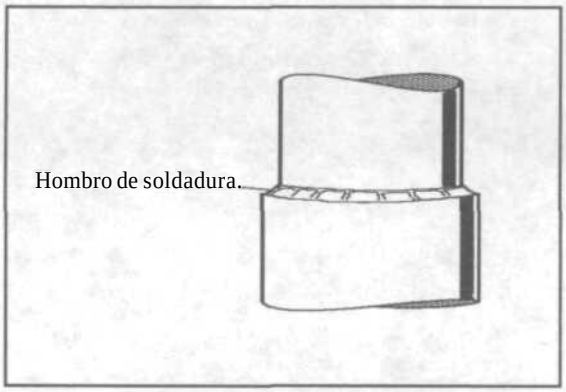


Figura 12-31. Siga añadiendo soldadura a la unión hasta que aparezca un hombro alrededor de la misma.

Ahora ya conoce usted los tipos de tubería de pared delgada utilizados en la industria de la refrigeración y el aire acondicionado, así como la forma de unirlos.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Tipo de abocardamiento que se emplea para tubos que tengan un diámetro exterior de 5/16" o más. _____

2. Una de las tres formas para unir o conectar tubos además de la soldadura blanda y la soldadura de plata. _____

a. Abocardamiento
b. Blanda
c. Formación de hombro

3. Tipo de soldadura que se usa en los acoplamientos estampados.
4. Efecto que se produce si se calienta demasiado una tubería al soldar con soplete.
5. Efecto que se presenta al concluir el proceso de soldar un tubo. _____

d. Abocardamiento doble
e. Quemadura

Respuestas

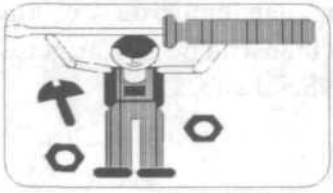
1. d 2. a 3. b 4. e 5. c

Resumen

Ahora ya tiene muchos de los conocimientos básicos que necesita un técnico competente en refrigeración y aire acondicionado. Sin duda ha observado que también le enseñamos muchas de las habilidades generales de la plomería. La plomería constituye una gran parte de cualquier sistema de refrigeración y aire acondicionado. Sabe ya que la plomería no sólo es la tubería de la cocina y el baño. También es la tubería que conecta los componentes de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado.

Conoce igualmente la diferencia comúnmente aceptada entre los tubos de paredes delgadas y los tubos de paredes gruesas. En este capítulo hemos estudiado los primeros. Los tubos de cobre son los que se usan con mayor frecuencia en este tipo de tubería. Usted sabe que hay dos tipos principales de tubos de cobre: nominal y ACR. El nominal es aquel tubo que tiene el mismo diámetro interior que un tubo de hierro del mismo tamaño. Nunca se debe usar un tubo nominal para transportar refrigerante. No ha sido tratado de la manera adecuada. El tubo de cobre ACR ha sido tratado adecuadamente. Ha sido limpiado, sellado y casi siempre llenado con gas de nitrógeno. Esto lo mantiene limpio, seco y listo para usarse con refrigerantes.

En esta lección ha aprendido a distinguir los diversos tipos de tubos finos y sus acoplamientos. Ha aprendido las ventajas y desventajas de cada tipo. Conoce sus aplicaciones y puede elegir el tipo y el tamaño correcto para algún trabajo en especial. También ha aprendido los procedimientos que necesitará para una verdadera capacitación en el campo de la refrigeración y el aire acondicionado con tuberías de pared delgada. Ya sabe los pasos de estos procedimientos. Ya sabe qué herramientas debe usar. Ya sabe los resultados que espera.



Tareas prácticas

Aplicación de los procedimientos para trabajar con tubos de cobre

Materiales que usted necesitará

- Cortador para tubo
- Acampanador (expansor)
- Un tramo corto de tubo de cobre recocido de 1/4 de pulgada

Información previa

El tubo usado en todos los sistemas domésticos de refrigeración es especialmente de cobre recocido.

El tubo de cobre que se usa en trabajo de refrigeración y aire acondicionado se conoce como tubo ACR, siglas inglesas *de Air Conditioning and Refrigeration, y* ha sido especialmente fabricado y procesado para este objetivo. El tubo ACR se presuriza con gas nitrógeno para mantenerlo libre de aire, humedad y polvo, y también para suministrar máxima protección contra óxidos nocivos que se forman normalmente durante la soldadura con latón. Los sistemas son taponados y estos tapones deben ser reemplazados después de cortar el tubo.

Hay dos métodos de cortar tubo de cobre. El primero usa los cortadores manuales, los cuales son apropiados para cortar tubos suaves o rígidos. Un segundo método (no muy recomendable) de cortar tubo rígido de mayor tamaño es el uso de una segueta y de un accesorio de corte para mantener a escuadra el extremo y hacer cortes más precisos.

Lo que usted deberá hacer

Verificará el procedimiento adecuado para cortar y acampanar tubo de cobre recocido.

Procedimiento

1. Coloque el cortador manual sobre el tramo de tubo de cobre y sobre el punto donde se desee hacer el corte.

2. Ajuste la cuchilla del cortador valiéndose de la perilla que para tal fin éste tiene.

3. De vuelta varias veces al cortador alrededor del tubo, ajustando continuamente la perilla de acuerdo a como se vaya realizando el corte.

4. Una vez que se haya efectuado el corte, quite las rebabas que quedaron en el lugar de corte del tubo valiéndose para ello del escariador que tiene el cortador de tubos.

5. Ahora coloque el acampanador (expansor) sobre el tubo, dejando un espacio conveniente entre el corte del tubo y la herramienta, aproximadamente 2 1/2 milímetros. Use el tamaño de agujero del expansor que sea apropiado al diámetro del tubo.

6. Sujete el expansor al tubo, valiéndose de la mariposa que la herramienta tiene.

7. Ponga una gota de aceite sobre la superficie del cono del expansor.

8. Ajuste el cono dentro del tubo haciendo un giro inicial de media vuelta. Luego retroceda un cuarto de vuelta.

9. Ahora reajuste tres cuartos de vuelta y luego retroceda un cuarto de vuelta.

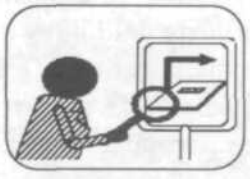
10. Continúe este proceso de avance y retroceso hasta que se forme la campana; con la práctica este movimiento se vuelve rutina.

11. Retire la campana del bloque y examínela cuidadosamente para ver si los lados no tienen rajaduras u otras imperfecciones.

NOTA: Los acampanamientos de 45° son los estándar en la industria de la refrigeración y el aire acondicionado.

Conclusiones

Desde 1890 las conexiones acampanadas han sido una de las técnicas más usadas para unir tubos de cobre suaves. Un acampanamiento hecho apropiadamente es lo más importante si se quieren hacer juntas a prueba de fugas.



-Y después, ¿qué sigue?

¿Cuáles son los materiales principales empleados en la fabricación de tubos de pared gruesa? ¿Qué diferencia hay entre los tubos de plástico de pared fina y los tubos de PVC (cloruro de polivinilo)? ¿Tienen las mismas aplicaciones los tubos de hierro negro y los tubos de hierro galvanizado? ¿Cuáles son los tres tipos de plástico rígido? ¿Qué herramientas se utilizan para trabajar con tubos de hierro? ¿Qué herramientas se emplean para trabajar con tubos de PVC? ¿Cuáles son los 6 pasos para acoplar tubos de hierro? ¿Cuál es el acoplamiento más común para tubos de PVC? ¿Se miden de manera distinta los tubos de pared gruesa y los de pared delgada?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta conecta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y su domicilio, y envíelo a la escuela.*

l. Los tubos que tienen la misma medida de diámetro inferior que los tubos de hierro del mismo tamaño y que nunca se deben usar para conducir refrigerante son

a. recocidos.
b. estirados en frío.
c. nominales.
d. ACR.

2. La mayoría de los tubos que se usan en la industria de refrigeración y aire acondicionado son

a. galvanizados.
b. de cobre ACR.
c. recocidos.
d. nominales.

3. Tipo de tubos que se mantienen especialmente limpios, sellados y casi siempre cargados con gas de nitrógeno para que estén limpios y puedan usarse con refrigerantes

a. estirados en frío.
b. recocidos.
c. de aluminio.
d. ACR.

4. Un abocardamiento doble es

a. hecho con un grosor de metal doble.
b. dos abocardamientos sencillos, uno encima del otro.
c. hecho con un ángulo de 90°.
d. un abocardamiento sencillo de 45° más un abocardamiento de 37°.

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón, correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

Nombre

Domicilio

Ciudad Prov. o Estado

Código Postal

Teléfono

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Clave de Lección L412

5. Herramienta que se utiliza para quitar las rebabas que deja un cortador de tubos en el interior y exterior del tubo

a. la abocardadura.
b. la herramienta para roscar.
c. el escariador.
d. el estampador.

6. Al soldar tubos, se debe añadir soldadura a la unión hasta que

a. se enfríen las herramientas para soldar.
b. vea un anillo de soldadura alrededor de la unión.
c. el fundente deje de hacer burbujas.
d. la soldadura llegue a 1300° F.

7. Método de acoplamiento para unir dos secciones de tubo del mismo tamaño y que puedan quedar permanentemente unidas sin usar un acoplamiento.

a. conexión rápida.
b. estampado.
c. compresión.
d. soldadura suave.

8. Tipo de tubos que se usan principalmente para el aire acondicionado de autos y camiones, para el aire acondicionado central en que las mangueras tienen que dar complicadas vueltas y para sistemas que tienden a vibrar
a. tubos de PVC.
b. tubos de cobre estirado en frío.
c. tubos de plástico flexible.
d. tubos de acero.

9. Para doblar los tubos, se debe verificar el radio, que es
a. la distancia del centro de un arco o círculo hacia la orilla exterior.
b. la distancia alrededor del arco.
c. la distancia a través del centro de un arco o círculo desde una orilla exterior hasta la otra.
d. la distancia entre paredes.

10. Los abocardamientos dobles principalmente o únicamente se usan para
a. tubos de acero de tamaño pequeño.
b. tubos flexibles de plástico.
c. tubos que tienen 5/16" o más de diámetro exterior.
d. tubos de acero inoxidable.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

SISTEMAS DE
Refrigeración
Y AIRE
ACONDICIONADO

CONTENIDO

Introducción....3

1. Definiciones y descripciones....3
2. Tipos de tubos de pared gruesa y sus aplicaciones....3
3. Herramientas que necesitará para trabajar con tubos de pared gruesa....5
4. Acoplamientos de tubos de pared gruesa....8
5. Cómo medir los tubos....14
6. Resumen....15
7. Tareas prácticas....16
8. Examen..., ...19

Tuberías de refrigeración y aire acondicionado (Segunda parte)

L413-6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3
Definiciones y descripciones, 3
Tipos de tubos de pared gruesa y sus aplicaciones, 3
    Tubos de hierro, 4
    Tubos de PVC, 4
Herramientas que necesitará para trabajar con tubos de pared gruesa, 5
    Herramientas para tubos de hierro, 6
        Cortador, 6
        Escariador, 6
        Lima de metal, 6
        Torno para tubos, 6
        Herramienta para roscar tubos, 6
        Aceitera, 6
    Herramientas para PVC, 6
Acoplamientos de tubos de pared gruesa, 8
    Acoplamientos de hierro, 9
    Acoplamientos de PVC, 12
Cómo medir los tubos, **14**
Resumen, **15**
Tareas prácticas:
    Verificación del método de unión en tubos de PVC, **16**
Examen, **19**

Introducción

En esta lección usted conocerá los diferentes tipos de tubos y tuberías de pared gruesa empleados en la industria de refrigeración y aire acondicionado, así como sus acoplamientos. Conocerá la aplicación de cada tipo de tubo. También conocerá cuales son sus ventajas y desventajas. Le diremos cómo seleccionar la medida y el tipo correcto de tubos, y los acoplamientos que se requieren para algún trabajo específico.

También conocerá los procedimientos básicos de los tubos y las tuberías. Como técnico, usted debe saber cómo cortar, preparar e instalar todos estos tipos de tubos. Estos procedimientos difieren según el tipo de tubo del que se trate. Debe conocer cómo abocardar, doblar y roscar los tubos. También debe conocer cómo conectar los tubos de plástico flexible y de PVC. Para llevar a cabo casi cualquier procedimiento de plomería, debe poder medir los tubos y obtener la medida adecuada. La mayor parte de los tubos de refrigeración y aire acondicionado no se alargan si los hace demasiado cortos, y casi ninguno se doblará si los hace muy largos. Por lo tanto, le mostraremos los tres métodos más comunes para medirlos.

Cuando haya terminado esta lección conocerá las herramientas adecuadas para cada uno de los procedimientos que le indiquemos y conocerá los pasos para llevar a cabo correctamente todos estos procedimientos.

Definiciones y descripciones

Ahora que ya conoce la naturaleza de los tubos de pared fina, así como los procedimientos relacionados con ellos, está en condiciones de abordar el estudio de los tubos de paredes más gruesas. Enlistamos a continuación una serie de definiciones y descripciones básicas en esta área.

ACOPLAMIENTOS FUNDIDOS *(cast fiítings).* Casi siempre se les denomina acoplamientos de hierro dulce y están formados en un molde con acero fuerte.

BARNIZ *(dope).* El compuesto de barniz de tubos o de uniones es una sustancia gruesa a base de plomo. Se aplica a la rosca macho del tubo para ayudar a sellar las uniones.

GALVANIZADO *(galvanizing).* Es un proceso en el que el metal, casi siempre hierro o acero, es recubierto de zinc. El propósito de esto es evitar la oxidación y cualquier otro tipo de corrosión. Los tubos galvanizados no pueden usarse para tuberías de gas natural. Los acoplamientos son de rosca.

LLAVE DE GAS *(gas cock).* Una llave es un artefacto como un grifo o una válvula. Regula el flujo de líquido en la tubería. Para nosotros una llave de gas es una válvula que se opera manualmente y que va en la manguera del gas.

PVC *(polyvinyl Maride).* PVC quiere decir cloruro de polivinilo. Es un tubo de plástico rígido que casi siempre es de color blanco. Se utiliza mucho en la industria, pero todavía es poco común en las tuberías domésticas.

TUBO CORTO *(nipple).* Un pedazo de tubo de 12 pulgadas (30.4 cm) o menos de diámetro se llama tubo corto. Los tubos cortos tienen rosca macho en ambos extremos para unir los acoplamientos.

TUBO LARGO *(long pipe).* Cuando uno escucha o lee el término "tubo largo", significa tubo de hierro dulce o de acero.

Tipos de tubos de pared gruesa y sus aplicaciones

Hay muchos tipos diferentes de tubos y muchas formas de conectarlos. Sin embargo, en lo que se refiere a los tubos de pared gruesa para sistemas de refrigeración y aire acondicionado, hablaremos de dos tipos y de sus aplicaciones.

- tubos de hierro
- PVC

También se usan los tubos de cobre, pero ya hemos visto como estos se emplean sobre todo en tuberías de pared delgada. Los tubos de hierro incluyen los de hierro negro y los galvanizados. Aquí hablaremos de ambos. También conocerá acerca de un tipo de tubo de plástico llamado PVC (cloruro de polivinilo). Usted ya está familiarizado con los tubos de plástico flexible. Los dos tipos de tubo están hechos de plástico, pero difieren de muchas maneras, como verá en esta sección.

Los tubos de hierro y de PVC se utilizan algunas veces para trabajos específicos. Los tubos de hierro negro, los galvanizados o los de PVC tal vez no se usen en absoluto en algunas áreas. Ello depende de la normatividad local. Como técnico competente, tendrá que conocer las normas locales.

Cuando decida qué tipo de tubos usar, hay que considerar las aplicaciones y las normas locales. Otros factores de peso son el costo y circunstancias totalmente locales como el tipo de suelo y la dureza del agua. Cada uno de estos tipos de tubo tiene distintos tipos de acoplamientos y métodos de unión. En una sección posterior hablaremos de ellos.

Tubo de hierro

Para su uso en la industria de refrigeración y aire acondicionado, los tubos de hierro vienen en dos tipos diferentes: negros y galvanizados. Los tubos de hierro o de acero negro se usan, por ejemplo, en tuberías de aire comprimido, de amoniaco y de líquido enfriado. Se pintan de negro para evitar la oxidación y para distinguirlos de los tubos galvanizados.

Los tubos de hierro o acero galvanizado se usan para las tuberías del agua de las máquinas de hielo, las tuberías de agua enfriada, las tuberías del suministro y de regreso del condensador de agua enfriada, y las tuberías de condensación o de desagüe.

Por los usos mencionados más atrás, observará que los tubos galvanizados son tuberías que transportan agua. Usted recuerda que el acero o el hierro galvanizado ha sido tratado con zinc para evitar la oxidación.

Una desventaja de los tubos, tanto de acero negro como galvanizados, es que aunque todos han sido tratados para evitar la oxidación, de todas formas se oxidan. El cobre casi nunca se oxida; los tubos de plástico nunca lo hacen. También pueden acumularse depósitos de calcio en los tubos galvanizados. Sin embargo, su principal desventaja es el peso. Es mucho más difícil trabajar con ellos que con el cobre o el plástico. No sólo es más pesado, sino que se le debe roscar antes de hacer cualquier unión.

Entonces, ¿por qué hay todavía quien usa tubos galvanizados? Durante muchos años, eran casi los únicos que se usaban en el hogar para conducir el agua. Así que es probable que se encuentre uno de ellos en una casa vieja. Aún se utilizan por dos razones principales. En primer lugar, los tubos galvanizados son muy baratos comparados con el cobre. En segundo lugar, son mucho más fuertes que los de cobre o de plástico.

Tubos de PVC

El PVC (cloruro de polivinilo) es rígido y de color blanco. Hay otros dos tipos de tubos de plástico rígidos: el ABS (acrilonitrilo-butadieno estireno) y el CPVC (cloruro de polivinilo clorinado). El PVC se usa mucho en la industria, pero los tubos de plástico rígido en general aún no son muy comunes para uso doméstico. Una razón es que las normas locales respecto al PVC tienen grandes diferencias. Algunas personas dicen que definitivamente no se pueden usar en el hogar. Otras dicen que sí se pueden usar en el hogar, pero no en paredes ni

detrás de estas. Revise siempre las normas locales antes de usar el PVC.

El PVC es ligero y viene normalmente en longitudes de 10 a 20 pies (305 a 610 cm) que se pueden cortar fácilmente con una sierra de dientes finos. El PVC no se oxida, resiste la electrólisis (una reacción química), funciona bien en largas longitudes subterráneas y se puede doblar. Sin embargo, no soporta temperaturas mayores de 150 grados Farenheit (unos 65°C), y no es estable a presiones de más de 100 libras por pulgada cuadrada (45.3 kg/cm2). Normalmente el agua llega a 50 libras por pulgada cuadrada (22.6 Kg/cm2). No obstante, bajo ciertas condiciones, esta presión relativamente baja puede aumentar repentinamente a una presión muy alta.

Por ejemplo, un flujo completo con una rápida desactivación en la instalación puede elevar la presión del agua hasta a 500 libras por pulgada cuadrada (226 kg/cm2). Esta alta presión sólo dura un momento, pero este puede ser lo suficientemente largo como para romper un tubo de PVC. Y no se puede evitar el problema teniendo cuidado de cerrar el agua en los grifos. Las lavadoras y las lavavajillas se desactivan automáticamente en forma rápida en un flujo completo. Esa es la principal razón por la que las normas locales prohiben el uso de PVC en el hogar.

Figura 13-1. El PVC puede no tolerar las altas presiones del agua que ocasionan a veces aparatos como las lavavajillas.

Herramientas que necesitará para trabajar con tubos de pared gruesa

Como podrá ver por lo que hemos hablado hasta ahora, los diversos tipos de tubos tienen muchas diferencias. Evidentemente, necesitará varios tipos de herramienta para trabajar con ellos. En esta sección conocerá acerca de las herramientas necesarias para trabajar con tubos de hierro y las necesarias

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V *si considera verdadera la afirmación, o la letra* F *si la considera falsa*

1. La selección del tipo de tubo a usar para algún trabajo debe ser de acuerdo a la normatividad local. F V

2. Los tubos de hierro o acero negro se usan para las tuberías de aire comprimido de hornos y para las tuberías de líquido enfriado. F V

3. Los tubos de hierro o acero galvanizado se usan para las tuberías de gas natural. F V

4. Una desventaja de los tubos, tanto de acero negro como galvanizados, es que aunque todos han sido tratados para evitar la oxidación, de todas formas se oxidan. F V

5. Los tubos de PVC soportan temperaturas mayores de 150°F(65°C). F V

Respuestas

1. V 2. V 3. F (Los tubos de hierro o acero galvanizado se usan para tuberías del agua de las máquinas de hielo). 4. V 5. F (Los tubos PVC no soportan temperaturas mayores de 150° F.)

para trabajar con los dos tipos de tubos de plástico.

Herramientas para tubos de hierro

Cortador. Ya le hemos hablado de los cortadores de tubos. Sin embargo, con mucha frecuencia se usan las sierras para metal. También de eso ya le hemos hablado.

Escariador. El escariador se usa para quitar las rebabas que quedan dentro del extremo del tubo cuando éste es cortado. Ya hemos visto dos tipos de escariadores. Recordará que uno es una navaja para escariar que va unida a un cortador de tubos y el otro es un escariador manual. La Figura 13-2 muestra otro ejemplo más de un escariador. Este tipo se usa generalmente cuando se deja el tubo en el torno.

Lima de metal. Cuando se cortan los tubos de hierro, también se forman rebabas afuera del tubo. Para quitarlas se usa una lima de metal.

Torno para tubos. Algunas veces también se le llama accesorio para cortar tubos. Sostiene firmemente el tubo a fin de que usted haga el corte recto que necesita para que la unión sea buena y apretada. Es buena idea dejar el tubo en el torno hasta que haya quitado las rebabas y roscado el tubo.

Herramienta para roscar tubos. Esta herramienta está compuesta por tres partes. La primera es una terraja de cojinete central de acero. La segunda la constituyen los cojinetes para diversos roscados que se colocan dentro de la terraja de cojinete central de acero. La tercera, dependiendo del diseño del roscador de tubos, es el mango o los dos mangos largos de acero que se usan para darle vuelta a la herramienta. Las herramientas para roscar tubos se utilizan para los tubos de acero o hierro negro y para los galvanizados. Este tipo de tubos debe roscarse para poderse unir a otro tubo o a los componentes de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado.

La Figura 13-3 es un cuadro que le muestra las especificaciones para roscar tubos de acero o hierro negro o galvanizados. Las medidas de los tubos y las roscas vienen en pulgadas. Cuando rosque un tubo tendrá que consultar un cuadro como éste.

Aceitera. La aceitera debe contener una buena cantidad de aceite para cortar. Debe aplicarlo conforme rosca el tubo. Hace que el corte sea más fácil y mantiene fríos los cojinetes.

Herramientas para PVC

No es tan sencillo trabajar con PVC como con los tubos de plástico flexible, pero sí es más fácil trabajar con estos que con los tubos de hierro. Las herramientas que necesitará son un cuchillo, una caja de ingletes, una sierra de ingletes, limpiador de PVC, cemento de PVC, un cepillo de cerdas naturales o de nylon, y trapos limpios. También

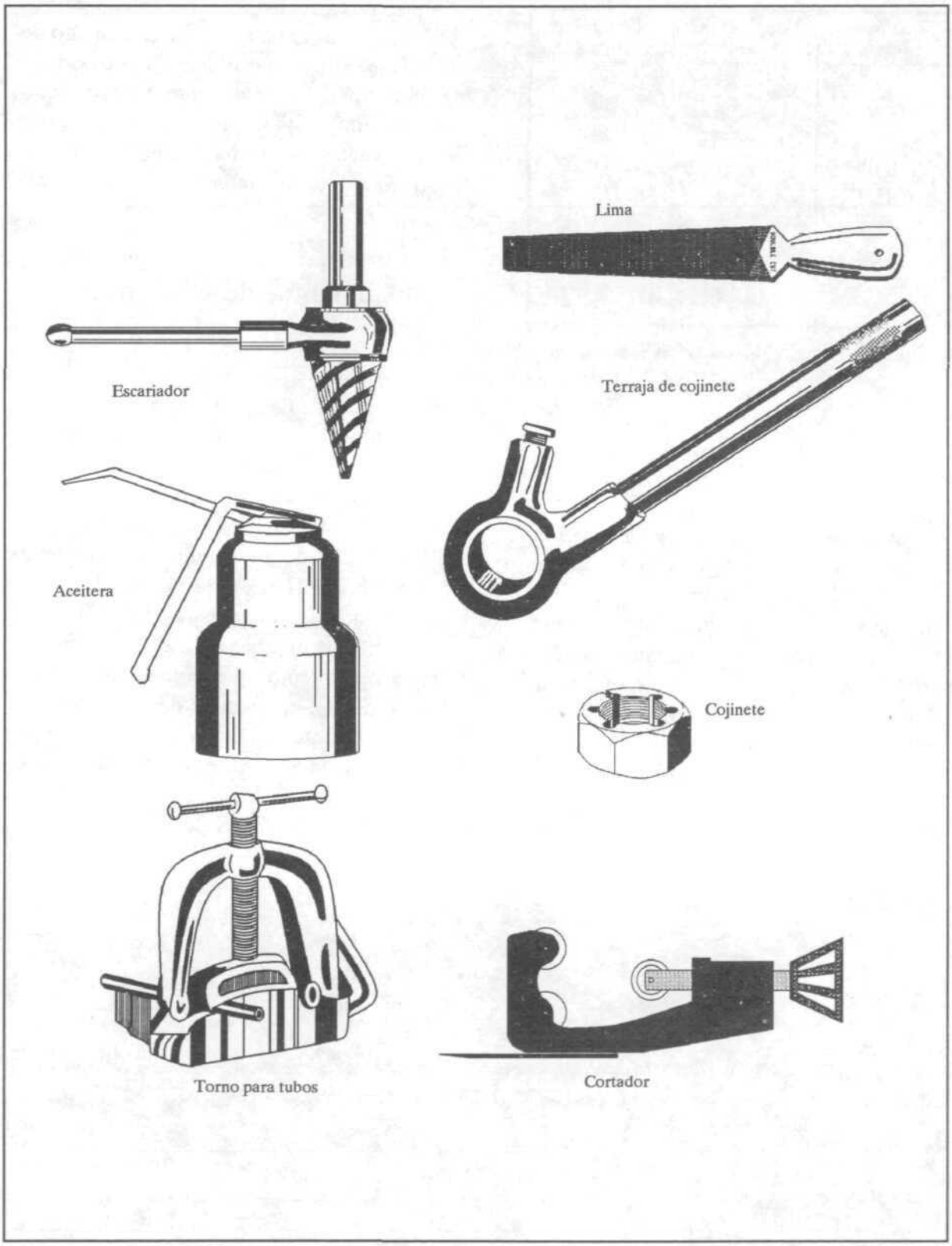


Figura 13-2. Herramientas para cortar y roscar los tubos de hierro.

Tamaño del tubo	Longitud del roscado	Número de roscas
1/2	3/4	10
3/4	3/4	10
1	7/8	10
1 1/4	1	11
1 1/2	1	11
2	1	11
2 1/2	1 1/2	12
3	1 1/2	12
4	1 2/3	13

Figura 13-3. Especificaciones de las roscas de tubos.

hay un cortador de tubos especial para plástico que no aparece en la Figura 13-4. Tiene una navaja angosta que evita que haya grandes rebabas. Sin embargo, con frecuencia cortará los tubos de PVC con una caja y una sierra de ingletes. ¿Por qué usar una caja y una sierra de ingletes? En este tipo de tubos es importante que el corte sea recto. Si no logra un corte recto, probablemente no obtendrá una buena unión.

Puede usar el cuchillo en vez del escariador para quitar las rebabas del interior del tubo. El trapo y el limpiador se usan para limpiar el extremo del tubo antes de unir. Utilice el cepillo para aplicar el cemento de PVC a la orilla exterior del extremo cortado y el interior del acoplamiento. Este cemento se seca muy rápidamente, así que trabaje rápido cuando ya lo haya aplicado. Posteriormente describiremos con más detalle este proceso.

Acoplamientos de tubos de pared gruesa

Los acoplamientos se usan para unir secciones de tubos, pero ése no es su único propósito. También se usan para cambiar la dirección de un tubo, y para reducir o alargar el tubo, a fin de que se pueda conectar a un diferente tamaño y enchufar con el extremo de un tubo. De hecho, quizás pueda encontrar un acoplamiento para casi todos los problemas de tuberías a los que se enfrente. Hay acoplamientos que permiten que los tubos se doblen en ángulos desde 5 hasta 90 grados. Los acoplamientos en T conectan tubos derivados en direcciones rectas. Los acoplamientos en Y son para tubos que se conectan en ángulo. Se usa una cruz para

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Herramienta que se usa para quitar las rebabas que quedan dentro del extremo del tubo cuando éste es cortado._____

2. Herramientas que sirve para quitar las rebabas que se forman afuera del tubo._____

a. lima de metal
b. aceitera
c. escariador
d. caja y sierra de ingletes

3. Accesorio que sostiene firmemente el tubo para hacer el corte recto en este._____e. torno para tubos

4. Recipiente que sirve para contener aceite para cortar. _____
5. Herramienta que sirve para cortar tubos de PVC. _____

Respuestas

1. c 2. a 3. c 4. b 5. d

cuatro tubos que se conectan en ángulos rectos con respecto a sí mismos. Hay muchos tamaños diferentes de acoplamientos de reducción y de alargamiento.

Cuando compre acoplamientos para tubos, debe conocer el tamaño y el material correctos. Algunos acoplamientos son especiales para unir tubos hechos de cierto material a tubos hechos de otro material. Necesita saber si necesita acoplamientos roscados o lisos. ¿Necesita acoplamientos hembra o macho? Recuerde que un acoplamiento macho tiene la rosca en la parte exterior, y un acoplamiento hembra tiene la rosca en el interior. Aquí le damos algunos consejos que deberá seguir al adquirir acoplamientos para tubos.

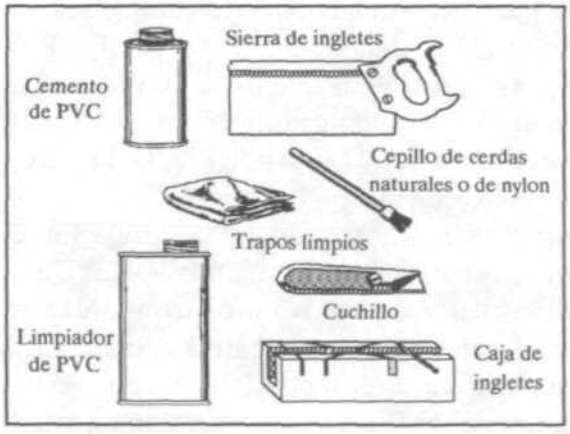


Figura 13-4. Herramientas para trabajar con tubos de PVC.

- Especifique el tamaño del tubo y si lo necesita con rosca o sin rosca, macho o hembra.
- Cuando pida acoplamientos de reducción, primero de el tamaño más grande y luego el tamaño más pequeño.
- Cuando pida codos o cruces en T o en Y, primero dé la dirección principal y luego la salida.

Lo más probable es que algunos de estos consejos aún no tengan sentido. En la Figura 13-5 verá un ejemplo de un acoplamiento de reducción. La dirección principal es precisamente eso. Es la dirección del tubo de la que salen otras direcciones. En esta sección se familiarizará con los tipos de acoplamientos que existen para cada tipo de tubo de los que hemos hablado. También conocerá cómo unir cada clase de tubo.

Acoplamientos de hierro

Los tubos galvanizados deben roscarse antes de ser unidos. Así, pues los acoplamientos para este tipo de tubo también son roscados. La Figura 13-5 le muestra los tipos de acoplamientos de hierro que se usan en el trabajo de refrigeración y aire acondicionado.

Observe la reducción de la Figura 13-6. Cuando pida tubo para una reducción, primero ordene el diámetro más grande y luego el más pequeño. Aunque en la Figura 13-5 no se muestra un acoplamiento en Y, usted puede imaginarse cómo es. Observe el acoplamiento en T. Cuando pida tubo para acoplamiento en T o en Y, recuerde dar el tamaño de la dirección principal primero, y luego el de la salida.

Observe el acoplamiento de unión de la figura 13-6. Es un acoplamiento muy importante para usarlo con tubos roscados. Le permite reemplazar un tubo con fugas sin que el trabajo implique una reparación que le lleve mucho tiempo. Lo que tiene que hacer es cortar el tubo a la mitad y quitar ambas partes de los acoplamientos de los extremos. Esto le evita tener que quitar los tubos y los acoplamientos desde ambos extremos hasta llegar al tubo que tiene la fuga.

Ahora, para poner el tubo nuevo, no sólo se tiene que atornillar, ¿verdad? ¿Por qué no? Porque si lo atornilla en el acoplamiento de un extremo, lo desatornillará del otro. Así, pues, use una unión. Y ¿sabe qué? Corte el tubo nuevo a la mitad; de hecho, corte lo suficiente como para que haya lugar para la unión. Rosque (en un momento le diremos cómo hacerlo) y atornille un extremo de cada pedazo de tubo a los acoplamientos de los extremos. Luego, rosque los extremos en los que cortó el tubo a la mitad. Separe la unión desatornillando la rosca exterior (tuerca hexagonal) que los mantiene juntos. Atornille la mitad de la unión en cada extremo. (En esta sección le diremos cómo hacer uniones correctas). La tuerca hexagonal permanece suelta en una de las mitades de la unión. Apriétela en la otra mitad, y así habrá reemplazado un tubo con fugas.

Habrá notado que este técnico no colocó el tubo en un torno. Quizás hubiera improvisado la manera de hacerlo en ese momento, pero le hubiera llevado mucho tiempo. Así que cortó el tubo lo más rectamente que pudo con su sierra. Esa no es la mejor forma de hacerlo, pero algunas veces las circunstancias obligan a los buenos técnicos a hacer uso de sus habilidades y a ser creativos. Como otro ejemplo, observe cómo sostuvo el tubo conforme cortaba el tubo viejo y unía el otro. Algunas veces tendrá que ser creativo concibiendo formas de hacer su trabajo en situaciones difíciles y poco comunes.

Antes de que el técnico de la Figura 13-6 quitara el tubo con fugas, tuvo que cortarlo. Luego tuvo que preparar el extremo cortado para juntarlo con un tubo nuevo. La preparación del corte incluye el rellenado, el escariado, el roscado y la aplicación del compuesto para unir tubos. Usted cortará tubo galvanizado y lo preparará para unirlo de manera muy similar a cómo cortó los tubos estirados en frío de gran tamaño. Lo que es muy diferente es cómo se une el tubo. A continuación se mencionan los pasos para cortar, roscar y unir tubos de hierro.

ler. PASO. Coloque el tubo en un torno, o en un artefacto para cortar tubos, y córtelo con una sierra.

2o. PASO. El corte va a dejar rebabas en la parte interior y exterior del tubo. Deje el tubo en el torno y lime las rebabas exteriores con una lima de metal.

3er. PASO. Lime con un escariador las rebabas del interior del tubo. Elija un cojinete para la herramienta de roscar que sea de la misma medida nominal que el tubo. Por ejemplo, los tubos que tienen un diámetro interior de una pulgada necesitarán un cojinete de roscar de una pulgada. Coloque el cojinete en la terraja.

4o. PASO. Ahora coloque la terraja sobre el extremo del tubo y apriételo. Déle vuelta al cortador de tubos en el sentido de las manecillas del reloj mientras empuja para adentro hacia el tubo. Tal vez se necesite un poco de fuerza para empezar a cortar.

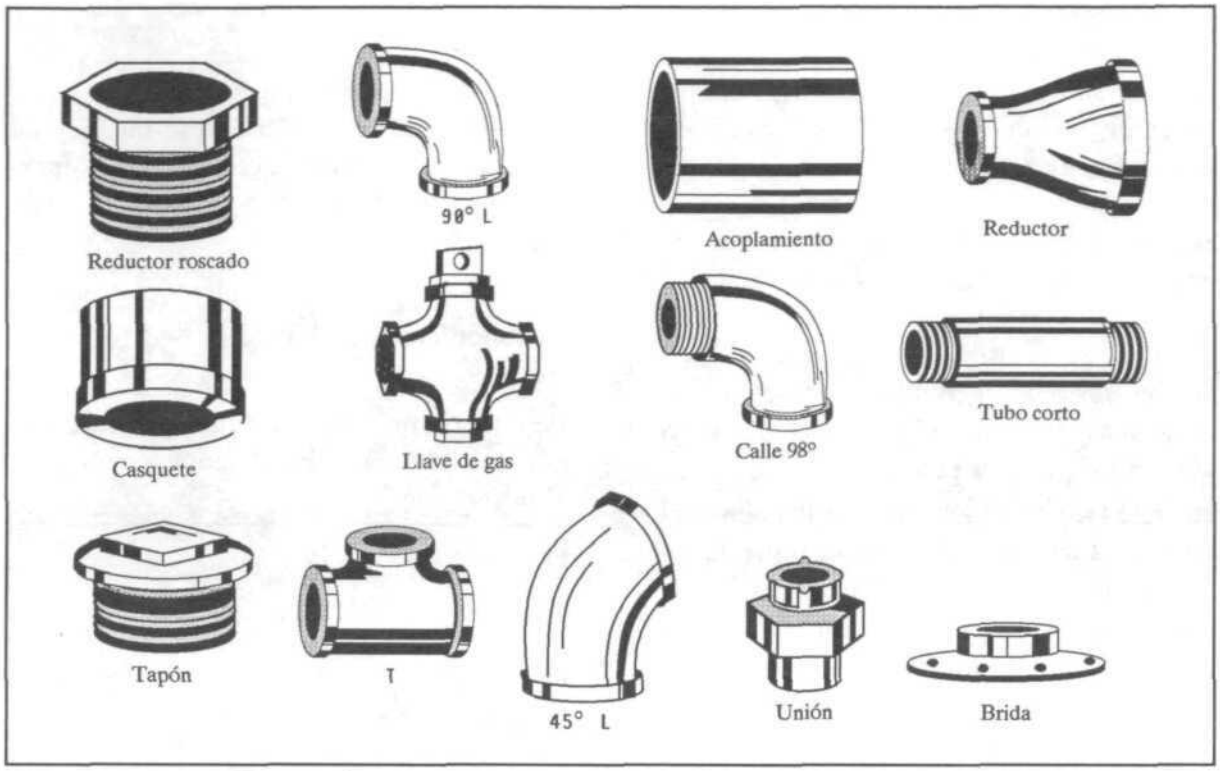


Figura 13-5. Acoplamientos para tubos de hierro.

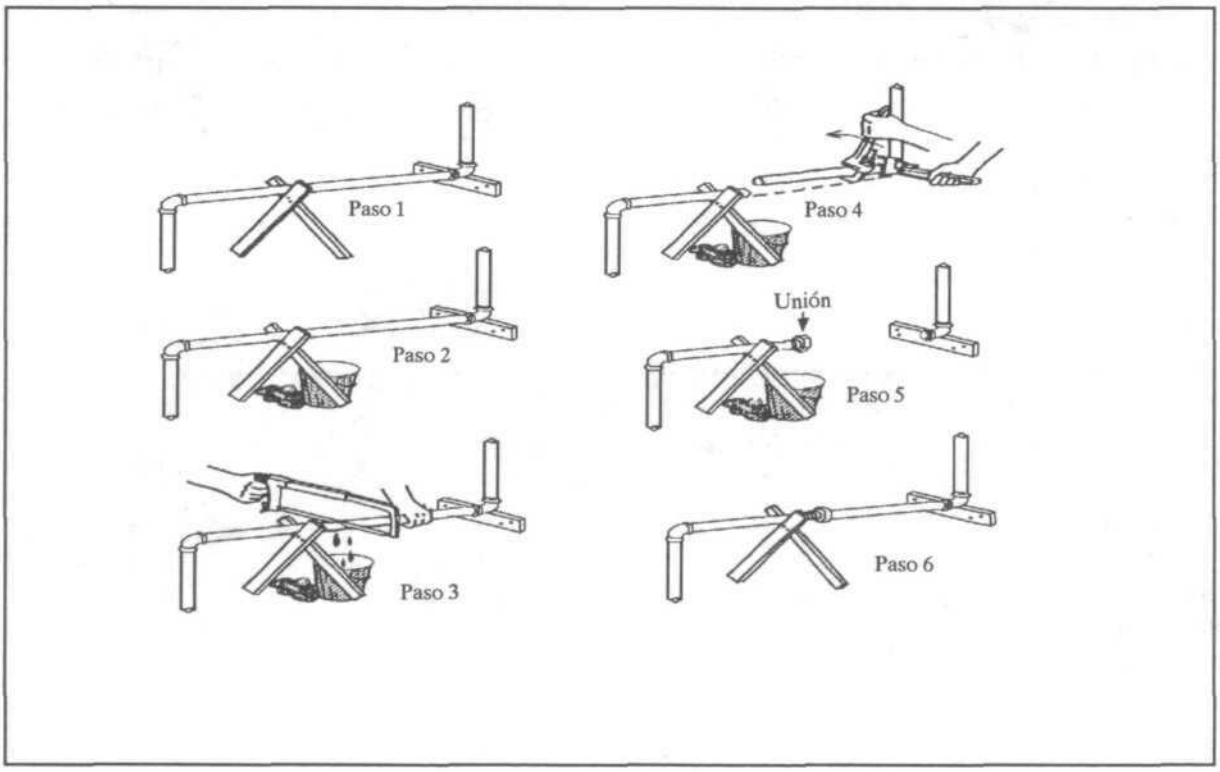


Figura **13-6.** El técnico quita aquí la mitad del tubo que tiene la fuga, y utiliza una unión para reemplazarlo con un tubo nuevo.

Cuando sienta que el cojinete está dentro del tubo, deje de empujar y sólo siga dando vuelta en dirección de las manecillas del reloj.

5o. PASO. Utilice mucho aceite para cortar mientras sigue dando vuelta. Esto facilitará el roscado y mantendrá fríos el tubo y el cojinete. Si se atoran pedazos de metal en las ranuras o en el cojinete, la rosca se trabará. Si eso sucede, retire un poco la terraja del tubo y quite los pedacitos.

6o. PASO. Cuando las roscas lleguen a la longitud requerida, deténgase, retire la terraja y limpie la rosca con un cepillo de alambre duro. ¿Cuál será la longitud de rosca adecuada para un tubo de una pulgada? Utilice el cuadro de la Figura 13-3. La longitud de rosca adecuada para un tubo de una pulgada es de 7/8 de pulgada.

Ahora dele una mano de compuesto para unir tubos a las roscas del tubo, pero no unte el interior del acoplamiento.

7o. PASO. Con sus manos, atornille uno a otro, lentamente, el tubo y el acoplamiento. Si lo hace demasiado rápido, creará fricción. La fricción origina calor, y éste provocará la dilatación del tubo. Luego, cuando el tubo se enfríe y se encoja, el acoplamiento quedará suelto. Por lo tanto, atornille lentamente.

8o. PASO. Ahora coloque una llave Stillson en el acoplamiento y otra en el tubo, y gire las llaves lentamente en sentidos opuestos, como se muestra en la Figura 13-7.

Recuerde tener cuidado con los pedacitos de metal. No intente forzar su terraja si un pedazo de metal la ha detenido. Si así lo hace, puede dañar su herramienta para roscar, o arruinar el tubo que está roscando. Puede resultar herido por algún pedazo de metal que salte, o por la terraja cuando se rompa. Conecte siempre el tubo y el acoplamiento lentamente para evitar que haya calor. De otra manera, quizás tenga que hacer el trabajo de nuevo. Cerciórese también de dar vuelta a las llaves del tubo hacia la apertura de sus bocas, como se muestra en la Figura 13-7.

Acoplamientos de PVC

Hay tubos de PVC para uso con acoplamientos de rosca, pero el acoplamiento más

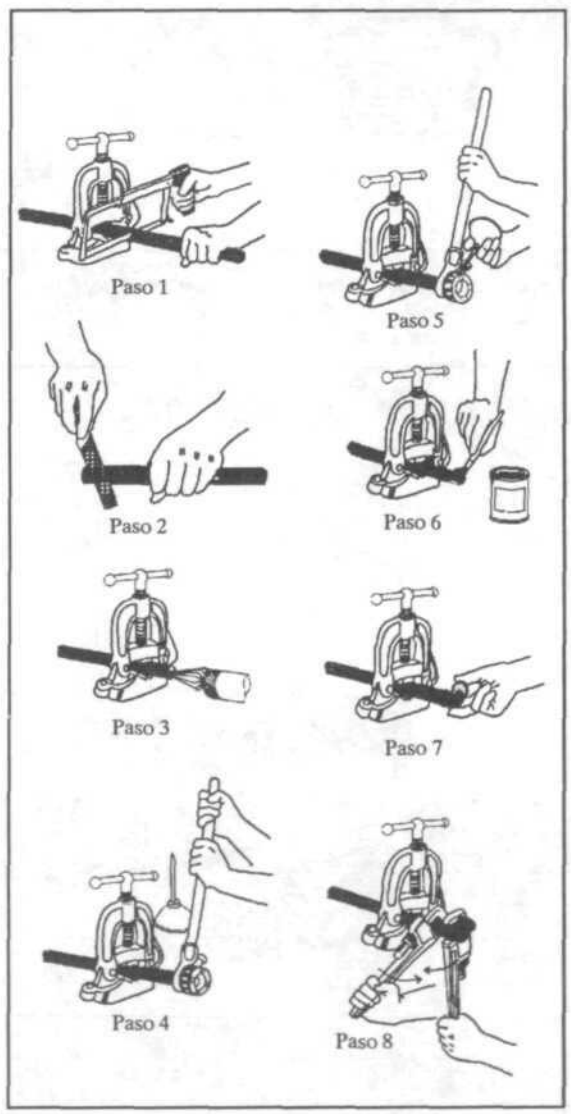


Figura 13-7. Pasos para cortar, roscar y unir tubos de hierro.

común está hecho con un sistema de soldadura solvente. Con este sistema, usted reviste el extremo del tubo con cemento de PVC y empuja el acoplamiento dentro del tubo. El solvente del cemento funde el tubo y el acoplamiento, y los une. Por eso se llama sistema de soldadura de solvente. La Figura 13-8 muestra algunos de los muchos tipos de acoplamientos de PVC.

Los adaptadores machos y hembras de la Figura 13-8 son ejemplos de acoplamientos de rosca de PVC. No obstante, se deben unir los otros extremos de esos acoplamientos con el tubo de PVC, usando el método de soldadura de solvente. La L de 90 grados es un ejemplo de acoplamiento que unirá el PVC con otros tipos de tubos.

Cuando corte PVC, puede usar una caja y una sierra de ingletes. Puede emplear también una sierra para metal de 24 a 32 dientes, una sierra manual de dientes finos, una sierra eléctrica de dientes finos o un cortador especial para tubos de plástico. Lo importante es hacer un corte recto. Puede usar un escariador para quitar las rebabas dentro y fuera, pero un cuchillo con filo también lo hará. Ya que haya quitado las rebabas, limpie el extemo del tubo con un trapo limpio. Luego verifique si ajustan el tubo y el acoplamiento. Deben ajustarse muy bien.

Después, quite el brillo del exterior del tubo y del interior del acoplamiento. Con este objeto puede usar una lija fina o un limpiador líquido de PVC especial para eso. Para hacer una soldadura de solvente sobre el tubo y el acoplamiento, tendrá que usar cemento PVC. Es importante el tamaño y el tipo de cepillo que use para aplicar el cemento. Debe usar un cepillo de cerdas naturales. Si el tubo tiene media pulgada de diámetro (1.27 cm) o menos, use un cepillo de media pulgada. Si el tubo tiene de una a dos pulgadas de diámetro (2.54 a 5.08 cm), use un cepillo de una pulgada. Para tubos más grandes, utilice un cepillo que tenga por lo menos la mitad del tamaño nominal del tubo. Recuerde que el tamaño nominal es el diámetro interior.

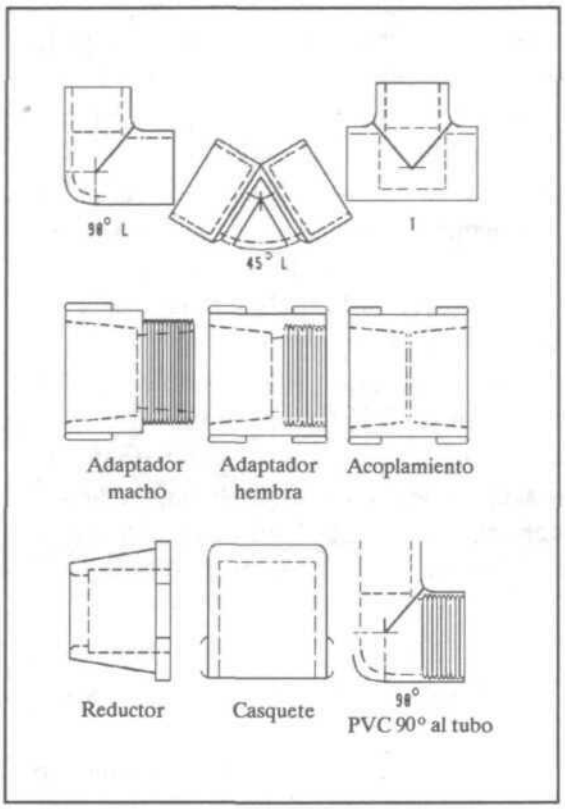


Figura 13-8. Los acoplamientos de PVC normalmente se unen a los tubos de PVC con el método de soldadura de solvente.

Vuelva a revisar el ajuste, pero esta vez marque las dos partes para que sepa exactamente cómo deben ir juntas después de aplicar el cemento. Esto es muy importante porque tendrá muy poco tiempo para trabajar una vez que haya aplicado el cemento y unido las partes. Junte las partes y cerciórese de que la conexión todavía esté bien apretada. Haga una línea desde el tubo hasta el acoplamiento. Cuando una las partes después de aplicar el cemento, vuelva a alinear esta marca.

Ahora aplique el cemento. Ponga una capa gruesa en el extremo del tubo. Ponga una capa delgada en el interior del acoplamiento. Inmediatamente después, junte las partes de modo que pueda darles un cuarto de vuelta y volver a alinear la marca que hizo. Asegúrese de darle vuelta al acopla-

miento en la dirección correcta cuando lo ponga en el tubo. Una vez que los dos cementos estén en contacto, no podrá volver a moverlos. Si hizo la conexión adecuadamente, las marcas que hizo en el tubo y en el acoplamiento quedarán alineadas y habrá un reborde uniforme de cemento alrededor del acoplamiento. Si no hay ningún reborde o si no es uniforme, es que usted ha usado muy poco cemento. Si el reborde es muy grande, quizás haya obstruido la parte interior del acoplamiento. Ponga el dedo dentro del acoplamiento y cerciórese de que no esté obstruido. Si usa demasiado cemento o demasiado poco, tendrá que comenzar de nuevo.

Si el reborde de cemento es el correcto, puede continuar. Mantenga juntas las dos partes durante un minuto aproximadamente. El tiempo de secado depende de la temperatura ambiente (del aire). Si la temperatura ambiente es de entre 60 y 100 grados Farenheit (15.5 y 38 °C), no meta agua en el tubo por lo menos durante media hora. Si la temperatura ambiente es de entre 40 y 60 grados Farenheit (4.4 y 15.4 °C), espere por lo menos una hora. Si la temperatura ambiente es de entre 20 y 40 grados Farenheit (6.6 y 4.4 °C) espere dos horas por lo menos antes de poner agua en el tubo. Si es de entre cero y 20 grados Farenheit (-6.6 °C), espere por lo menos cuatro horas.

Cómo medir los tubos

Hasta ahora, ha visto como colocar todas las clases de tubos. No obstante, antes de conectar los tubos y los acoplamientos, debe conocer cómo medir los tubos. Antes de cortar cualquier tubo, sus medidas deben ser exactas. Puede emplear una regla rígida o una regla de carpintero, aunque las reglas rígidas son mejores para tomar medidas exactas.

A continuación se mencionan los tres métodos que se usan para medir los tubos. El que ocupe dependerá de la aplicación específica.

- extremo a extremo
- extremo a centro
- centro a centro

Para el método de extremo a extremo, se mide la longitud recta del tubo sin acoplamientos de un extremo a otro. Puede usar este método cuando reemplace un pedazo de tubo. Retire el tubo defectuoso, mídalo y luego corte otro pedazo de tubo recto que sea de esa medida. Vea la Figura 13-9(A).

Usará el método de extremo a centro cuando tenga un pedazo recto de tubo con un acoplamiento en un extremo. En este caso, medirá desde un extremo hasta el centro del acoplamiento. Podrá ver lo que queremos decir si consulta la Figura 13-9(B). Quizás tenga que usar este método si va a añadir una manguera.

El método de centro a centro se usa para una longitud recta de tubo con un acoplamiento en cada extremo. Podrá ver un ejemplo de ese método en la Figura 13-9(C).

En este caso, se mide desde el centro de un acoplamiento al centro del otro. Este método se utiliza cuando se hacen reparaciones o instalaciones que requieren el uso de una unión o un acoplamiento en T.

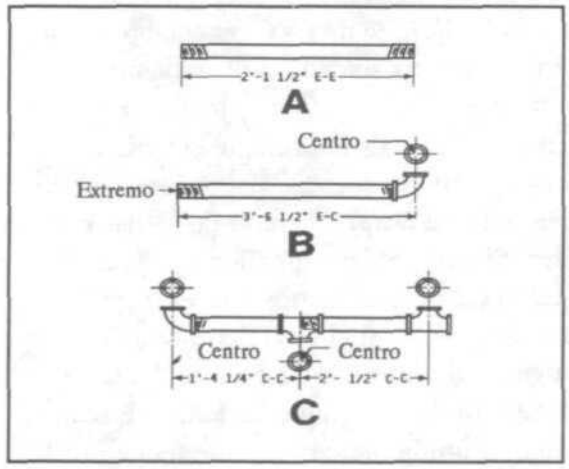


Figura 13-9. Las tres formas de medir los tubos.

Ejercicio de Autoevaiuación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Los tubos galvanizados deben_____antes de ser unidos.

2. Hay tubos de PVC para usarse con acoplamientos de rosca, pero el acoplamiento más común está hecho con un sistema de soldadura_____.

3. Para hacer una soldadura de solvente sobre el tubo de PVC y el acoplamiento, se tendrá que usar cemento_____.

4. Los tres métodos para medir tubos son:_____, extremo a centro y centro a centro.

5. El método de centro a centro se usa para una longitud_____de tubo con un acoplamiento en cada extremo.

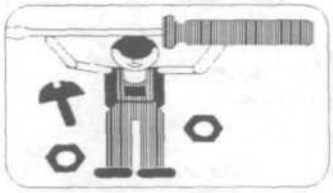
Respuestas

1. roscarse 2. solvente 3. PVC 4. extremo a extremo 5. recta.

Resumen

Esta lección le ha introducido al tema de los tubos de pared gruesa. Después de proporcionarle un glosario de definiciones y descripciones básicas que usted necesita conocer para el manejo de este tipo de material, como acoplamientos fundidos, galvanizado, PVC, etc., le explicó que los tubos de pared gruesa principales son los de hierro y los de cloruro de polivinilo o PVC. Los tubos de hierro o acero negros se usan sobre todo en tuberías de aire acondicionado, de amoniaco y de líquido enfriado; los de hierro o acero galvanizados transportan agua, por ejemplo agua de las máquinas de hielo y agua enfriada. También conocerá que el PVC es un plástico rígido y de color blanco, y que se utilizan otros tipos de plástico rígido en la construcción de esta clase de tuberías: el ABS y el CPVC. Estos tubos se usan sobre todo en la industria y mucho menos en las instalaciones domésticas, debido a las cortapisas impuestas por las normas locales al respecto. Y es que el PVC, que se corta con facilidad, es ligero y no se oxida, no soporta temperaturas mayores de 150 grados Fahrenheit ni es estable a presiones de más de 100 libras por pulgada cuadrada; por ello puede estallar en caso de alzas de presión. Por otro lado, estará familiarizado con las principales herramientas utilizadas con tubos de hierro: cortadores, escariadores, lima de metal, torno para tubos, herramienta para roscar, etc. Unas ya las conoció usted en la lección anterior, pero otras son inéditas, especiales para tubos de pared gruesa. El PVC requiere, igualmente, herramientas propias: cuchillos, caja de ingletes, sierras de ingletes, limpiador y cemento de PVC, etc. En cuanto a los acoplamientos de estos tubos gruesos, conocerá todos los pasos del proceso, tanto tratándose de tubería de hierro como tratándose de PVC. Por último, ya

estará consciente de la importancia y principales métodos de la medición de tubos: de extremo a extremo, de extremo a centro, y de centro a centro, y sabrá cuándo y cómo utilizar cada uno de ellos,



Tareas prácticas

Verificación del método de unión en tubos de PVC

Materiales que usted necesitará

- Dos pedazos cortos de tubo de PVC del mismo diámetro exterior.
- Un acoplamiento de PVC para tubo del diámetro de los pedazos que se tengan.
- Cemento para PVC.
- Un arco con segueta de 24 a 32 dientes.
- Un cuchillo o navaja.
- Un pedazo de trapo limpio.

Información previa

Existen diferentes materiales para fabricar tubos de distintos usos, pero uno de los que más se utilizan hoy día es el cloruro de polivinilo, conocido comercialmente como PVC.

Los tubos de PVC pueden acoplarse por medio de roscas, pero es más frecuente que se unan con soldadura solvente.

En este sistema, se cubre el extremo del tubo con cemento para PVC y luego se empuja el acoplamiento dentro del tubo. El solvente funde el material, tanto del tubo como del acoplamiento, y de esta forma se logra la unión.

Lo que usted deberá hacer

Verificar la forma correcta de efectuar una unión, en tubos PVC, mediante soldadura.

Procedimiento

1. Valiéndose del arco con segueta, corte los extremos de los dos tramos de tubo logrando un corte a 90°.

2. Con el cuchillo o navaja, retire las rebabas que se hayan quedado en los tubos al haber hecho el corte.

3. Limpie los extremos que se van a unir de cada tramo de tubo, valiéndose para ello de un trapo limpio.

4. Compruebe si se ajustan los tramos de los tubos a unir con el acoplamiento.

5. Quite el brillo del exterior del tubo y del interior del acoplamiento. Para ello válgase de un pedazo de lija fina o de limpiador para PVC.

6. Aplique cemento para PVC, tanto en la parte exterior a unir del tubo como en la parte interior del acoplamiento.

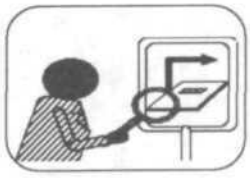
7. Rápidamente junte las partes de tal manera que pueda realizar un cuarto de vuelta.

8. Permita que se seque la unión hecha de unos 30 minutos a aproximadamente cuatro horas, según la temperatura ambiente. (Consulte su lección en el tema correspondiente).

Conclusiones

En repetidas ocasiones usted tendrá la necesidad de efectuar este tipo de trabajo durante su desempeño como técnico de servicio en refrigeración y aire acondicionado. Por esta razón es muy importante que cuente con la práctica suficiente que le permita realizar un trabajo limpio y bien hecho. El cometer errores en este tipo de trabajos resulta muy costoso y, sobre todo, puede llegar a desprestigiarlo.

Es muy importante que repita esta tarea varias veces hasta adquirir la práctica necesaria.



...y **después, ¿qué sigue?**

El técnico de refrigeración y aire acondicionado tiene que realizar operaciones mecánicas sencillas en el curso de su trabajo. Por lo tanto debe conocer las herramientas manuales de uso generalizado: cuándo emplearlas, cómo mantenerlas limpias y secas, cómo usarlas sin peligro de dañarse. ¿Cuántos tipos de destornilladores hay? ¿Cuáles son las distintas clases de llave de tuerca? ¿Cuántos tipos de pinzas hay? ¿En qué se diferencian los distintos tipos de martillo? ¿Qué es una almádena o marro? ¿Como se usa un cincel? ¿Cuántas clases de taladros hay? ¿Qué es acampanar? ¿Qué es un micrómetro y cómo se usa? ¿Cómo se hacen roscas? ¿Cómo se esmerila?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso. Escoja una sola respuesta para cada pregunta. Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. A los tubos de hierro dulce o de acero también se les llama
a. tubos largos.
b. tubos de PVC.
c. tubos ACR.
d. tubos condensados.

2. La oxidación es una desventaja de los tubos de
a. cobre.
b. PVC.
c. galvanizados.
d. plástico flexible.

3. La herramienta conformada por una terraja de cojinete central, con cojinetes para cortar de diversos tamaños y uno de dos mangos de acero se llama
a. cortador de tubos .
b. escariador.
c. torno.
d. herramienta para roscar tubos.

4. El tipo de tubo como de plástico, en el que no hay que preocuparse por hacer un corte recto, es
a. de cobre.
b. de PVC.
c. galvanizado.
d. de plástico flexible.

5. El tipo de tubo que debe roscarse antes de ser unido es
a. recocido de cobre.
b. galvanizado.
c. ACR.
d. PVC.

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón, correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L413

6. El acoplamiento que más se usa para para PVC está hecho con

a. un sistema de soldadura solvente.
b. una herramienta para roscar tubos.
c. acoplamientos roscados.
d. un acoplamiento estampado.

7. Para medir tubos, se puede utilizar

a. un compás.
b. una regla de carpintero.
c. un transportador.
d. un sextante.

8. Las siglas PVC significan

a. cloruro de sodio.
b. bromuro de calcio.
c. cloruro de polivinilo.
d. sulfato de sodio.

9. Los acoplamientos en T conectan tubos derivados en direcciones

a. cóncavas.
b. angulares.
c. circulares.
d. rectas.

10. Para cortar tubos de PVC, se puede usar una caja y una sierra de ingletes, pero también se puede usar

a. un soplete.
b. una guillotina.
c. una sierra de metal de 24 a 32 dientes.
d. un cincel.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

SISTEMAS DE Refrigeración Y AIRE ACONDICIONADO

CONTENIDO

Introducción....4

1. Herramientas manuales básicas....4
2. Resumen....26
3. Tareas prácticas....27
4. Examen....29

Herramientas manuales básicas

L414-6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 4

Herramientas manuales básicas, 4

- Destornilladores, 4
  - Hoja recta, 5
  - Punta Phillips, 5
  - Cabeza de gancho,5
  - Hueco Alien, 5
  - De talón, 5
  - Acodado, 5
  - De arranque, 5
- Uso de los destornilladores, 5
- Llaves de tuercas, 6
- Tipos de llaves de tuercas y accesorios para herramientas manuales, 6
  - Llaves de cubo, 6
  - Destornillador articulado, 7
  - Barra de extensión, 7
  - Maneral para trabajo rápido, 7
  - Unión universal, 7
  - Llaves de bocas estrelladas, 7
  - Llaves de dos bocas, 7
  - Llave de tuercas ajustable de dos bocas, 8
  - Llave para tuercas acampanadas, 9
  - Llave de trinquete o matraca para tuercas acampanadas, 9
  - Llaves para tubos, 9
  - Llaves para el vastago de las válvulas de servicio, 9
  - Llaves de torsión, 10
- Cómo usar las llaves de torsión, **11**
- Pinzas, **12**
  - Pinzas para uniones corredizas (o de mecánico), **12**
  - Mordazas (o pinzas de presión), **12**
  - Pinzas para comprimir, **13**
  - Pinzas para aros de resorte, **13**
  - Cortadoras de ángulo, **13**
  - Pinzas de garra larga, **13**
  - Pinzas para corte lateral, **13**
- Otros tipos de pinzas, **13**
- Cómo usar las pinzas, **13**
- Martillos, **13**
  - Martillo de bola, **13**
  - Almádena (o marro), **13**
  - Martillo de uña, 13

Martillo remachador, **13**
Martillos blandos, **14**
Cinceles, punzones y palancas, 14
Cómo usar los cinceles, 14
Punzones, 15
Punzón de marcar, 15
Punzón para centrar, 15
Punzón botador, 15
Punzón mandril, 16
Palancas, 16
Limas, 16
Limas planas para sierra, 16
Limas de mecánico, 16
Limas de escofina, 16
Limas de diente curvo, 17
Cómo usar las limas, 17
Taladros y brocas para taladro, 17
El taladro recto, 18
El taladro acodado, 18
El taladro portátil, 18
Cómo usar los taladros, 19
Herramientas para tubos, 19
Micrómetros y compases, 19
Micrómetro, 19
Cómo usar los micrómetros, **20**
Compases, 21
Herramienta para hacer roscas, 22
Machuelo cónico, 22
Machuelo paralelo, 22
Machuelo cilindrico, 23
Portamachuelos, 23
Cómo usar los machuelos, 23
Cómo usar los troqueles, 24
Accesorios, 24
Herramientas del taller, 25
Esmeriladora de banco, 25
Tornillo de banco, 25
Resumen, 26
Tareas prácticas:
Conocimiento de las partes del micrómetro de exteriores y manejo del mismo, 27
Examen, 29

Introducción

En el desarrollo de su trabajo, el técnico en refrigeración y aire acondicionado realiza operaciones mecánicas sencillas, y para ello necesita instrumentos de medición y herramientas manuales de uso generalizado. El hecho de tener herramientas no nos hace técnicos profesionales. Sin embargo, el saber cómo usarlas y cuidarlas sí nos ayuda a transformarnos en verdaderos técnicos profesionales en refrigeración y aire acondicionado.

Es conveniente que antes de dar servicio a un equipo, los técnicos estén familiarizados con estos cuatro principios:

- Lo que necesita hacerse
- Las herramientas apropiadas para el trabajo
- Cómo mantener las herramientas limpias y secas
- Los procedimientos de seguridad correctos

Las herramientas manuales y los instrumentos de medición que se estudian en este capítulo, son los que utilizan la mayoría de los profesionales de la industria de la refrigeración y el aire acondicionado. Las herramientas que se discuten aquí son las herramientas manuales y los instrumentos de medición básicos.

Conocerá cuál es el uso apropiado de las herramientas de mano, y su cuidado correcto. Las figuras le ayudarán a conocer cómo es y cómo se utiliza cada herramienta. Le daremos algunos consejos prácticos para su seguridad. El conocer cómo usar las herramientas manuales evita que se dañen. También le evita dañar el equipo que usted está reparando.

Hemos suprimido el epígrafe Definiciones y descripciones, porque toda la lección constituye una relación de definiciones y descripciones.

Herramientas manuales básicas

Destornilladores

Los destornilladores son una parte importante de cualquier juego de herramientas. Como se puede ver en la Figura 14-1, hay muchos tipos de destornilladores. Sus nombres dependen del tipo de punta que tengan. La longitud de un destornillador se mide desde la punta de la hoja hasta el principio del mango. Los tamaños más usuales son 2 1/2, cuatro, seis y ocho pulgadas (6.35, 10.16, 8.54 y 20.32 cm).

La punta del destornillador debe quedar bien ajustada en la ranura que tiene la cabeza del tornillo, de manera que se le pueda hacer girar con seguridad y en la forma apropiada. Nunca se debe dar golpes a un destornillador. Algunas veces los técnicos utilizan incorrectamente los destornilladores: los manejan como si fueran palancas o cinceles. Esto es algo que se debe evitar. Nunca se debe usar un destornillador más que para lo que fue hecho.

Los destornilladores tienen siete diseños básicos:

- De hoja recta o estándar
- De punta Phillips
- De cabeza de gancho
- De hueco Alien

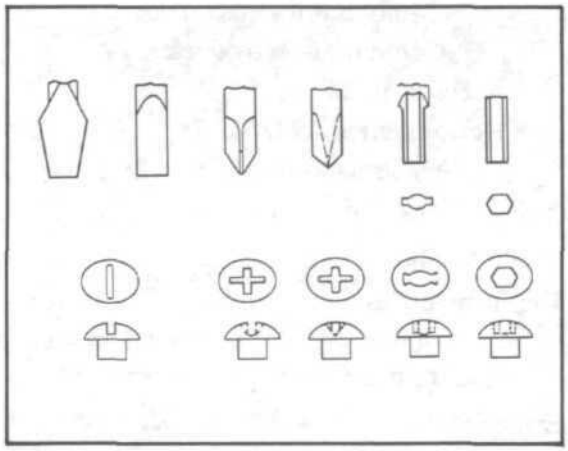


Figura 14-1. Tipos estándar de puntas de destornilladores y de aberturas de tornillos.

- De talón (corto)
- Acodado
- De arranque

De hoja recta. Los destornilladores más populares son los de hoja recta (o estándar). Hay dos tipos de destornilladores estándar: los de llave de arco y los de ebanistería. La principal diferencia entre ellos es la manera en que están afiladas las puntas.

De punta Phillips. Los destornilladores de punta Phillips (o de cruz) ocupan el segundo lugar de popularidad. Este modelo tiene una punta con ranuras en cruz. Viene en dos tipos de hojas: con huecos en "U" y en "V". Antes de utilizarlos, se debe saber qué tipo de ranura tiene la cabeza del tornillo. Es peligroso usar un destornillador equivocado, además de que también puede ensanchar y redondear la ranura del tornillo.

De cabeza de gancho. El destornillador de cabeza de gancho se usa con tornillos para hojas metálicas y para terminados en los que la "apariencia" es muy importante. La punta del destornillador es muy fuerte, y permanece firme en la ranura del tornillo sin gran esfuerzo.

De hueco Alien. El destornillador de hueco Alien tiene una punta esmerilada de seis lados (hexagonal).

De talón. El destornillador de talón (o corto), se utiliza para trabajar en superficies pequeñas y en sitios de difícil ajuste.

Acodado. Los destornilladores acodados se usan donde el espacio es limitado y resulta difícil llegar a los tornillos. Las puntas se encuentran en ángulo recto una con respecto a la otra, lo cual hace posible darle un cuarto de vuelta al tornillo con sólo cambiar los extremos después de cada vuelta. A veces, los destornilladores acodados se salen de la ranura, por lo que hay que hacerlos girar con cuidado.

De arranque. Los destornilladores de arranque se utilizan como ayuda para meter o sacar los tornillos. Algunos de ellos tienen centros de torsión o extremos imantados, una vez que se ha metido un poco el tornillo, se puede usar un destornillador común.

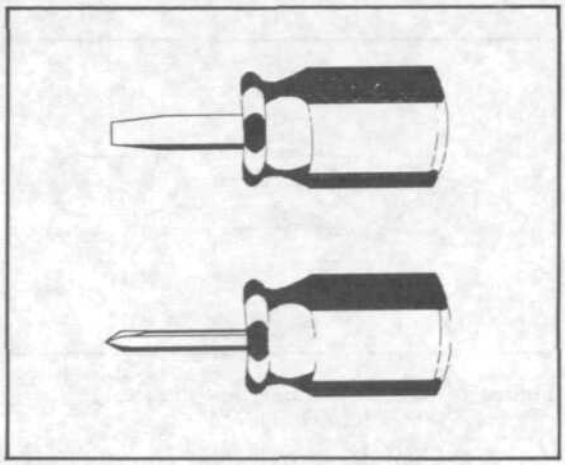


Figura 14-2. Destornillador de talón.

Uso de los destornilladores

Hay maneras correctas y maneras incorrectas de usar los destornilladores. Aquí le damos cuatro consejos que le conviene tener siempre presente:

- Conserve la punta en buenas condiciones de operación y seguridad.
- Utilice el destornillador de tamaño correcto, para no dañar la cabeza del tornillo.
- Sostenga el destornillador de manera tal que no se resbale y se salga de la ranura.

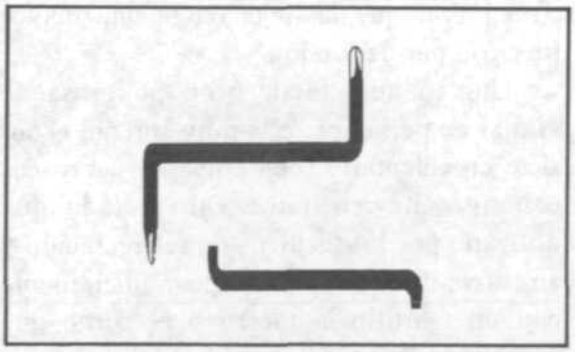


Figura 14-3. Destornilladores acodados.

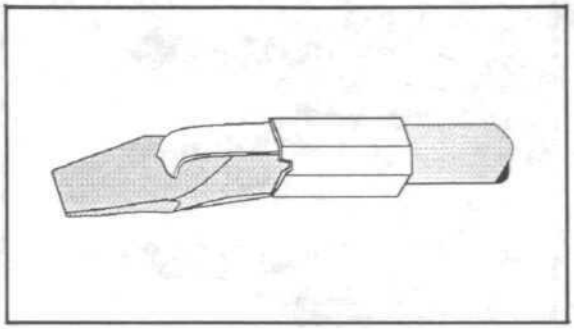


Figura 14-4. Destornillador de arranque.

- Cuando trabaje con aparatos eléctricos, utilice siempre destornilladores con aislante.

Llaves de tuercas

Las llaves de tuercas se utilizan mucho en la industria de refrigeración y aire acondicionado. Para reparar el equipo de refrigeración, se necesitan varios tipos y tamaños de llaves. A veces, los sujetadores y otras piezas están hechos de materiales blandos como el bronce o el cobre, por lo que hay que tener mucho cuidado al trabajar con ellos y utilizar la herramienta correcta. Nunca se deben utilizar en los sujetadores pinzas ni ninguna otra herramienta que no sea una llave de tuercas, si es posible.

Es muy importante que la llave ajuste de manera correcta en la tuerca o el perno. Se debe hacer presión sobre la llave, más que empujarla. No hay que darle golpes. Tampoco se deben usar tubos u otros objetos para lograr que la llave tenga una mayor fuerza o par de torsión.

Una manera fácil, y no peligrosa de aflojar un perno que está muy apretado consiste en calentarlo o en empapar las roscas con un aceite penetrante. Otro método muy utilizado por los técnicos de refrigeración y aire acondicionado es golpear ligeramente con un martillo la tuerca o el perno que necesitan aflojar.

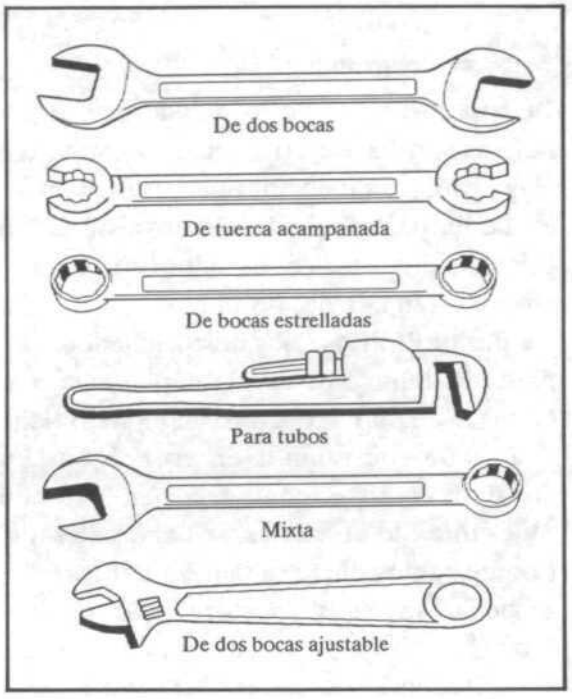


Figura 14-5. Diversas llaves de tuercas.

Tipos de llaves de tuercas y accesorios para herramientas manuales

Llaves de Cubo. Siempre que haya suficiente espacio alrededor de la tuerca o el perno, conviene utilizar una llave de cubo de seis o doce puntos. Por lo general, las llaves de cubo se hacen de acero cromado y se hacen girar mediante un mango o maneral que tiene un accionador de 1/4, 3/8 ó 1/2 pulgada cuadrada. Hay llaves de cubo de muy diversas formas y tamaños.

La Figura 14-6 muestra dos tipos de mangos o manerales: el mango en T y el mango de trinquete o matraca. También muestra los cubos de seis y doce puntos, tanto estándar como giratorios, siempre que sea posible, se debe utilizar una llave o un cubo de seis puntos para que la tuerca o el perno gire correctamente y sin peligro.

Además del conjunto de llaves de cubo estándar, hay otros accesorios para herra-

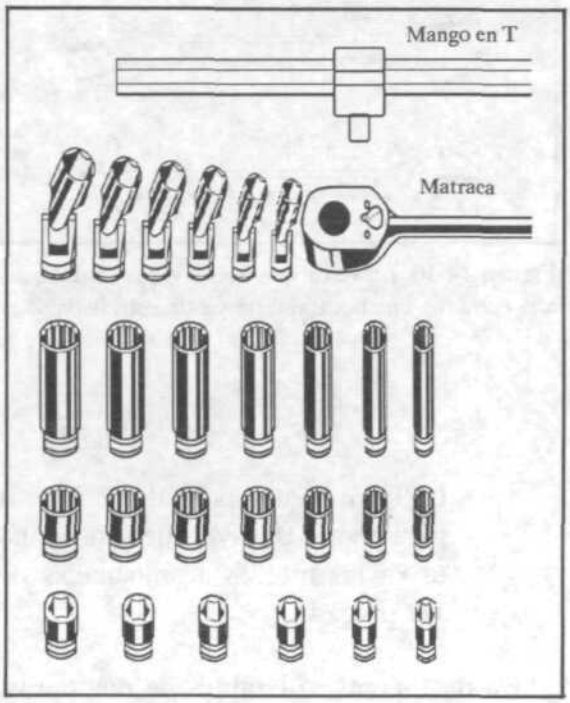


Figura 14-6. Llaves de cubo. Fíjese en el mango en T y en la matraca.

mientas manuales. Es aconsejable que el técnico los conozca.

Destornillador de mango articulado. Cuando se necesita mucha fuerza para aflojar o apretar una tuerca o un perno, es cuando se usa el destornillador de mango articulado.

Barra de Extensión. La barra de extensión se utiliza como conexión entre el cubo y el mango impulsor. De este modo, el cubo tiene un mayor alcance.

Maneralpara trabajo rápido. El maneral o mango para trabajo rápido se usa cuando no hay dificultades para alcanzar la tuerca o el perno, y cuando se puede aflojarlos o apretarlos.

Unión Universal. La unión universal hace posible que el cubo se voltee en cualquier dirección. Igualmente, le permite llegar a todos los lugares de difícil acceso. La unión universal se coloca entre el cubo y el mango impulsor.

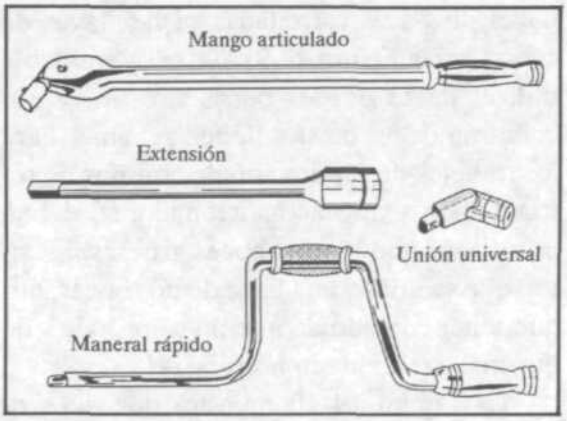


Figura 14-7. Mango articulado, unión universal y otras herramientas.

Llaves de bocas estrelladas. Cuando no es posible alcanzar las tuercas o los pernos con una llave de cubo, se puede utilizar una llave de bocas estrelladas (llave de estrías). Generalmente, estas llaves tienen 12 puntos, y el técnico las puede sujetar con fuerza y sin peligro. Las llaves de bocas estrelladas vienen en tipos recto, acodado y doble acodado. La mayoría tienen dos extremos. Algunas tienen los dos extremos del mismo tamaño, pero uno está acodado; otras tienen el mismo patrón, pero tamaños distintos, como se muestra en la Figura 14-8.

Llaves de dos bocas. Las llaves de dos bocas pueden sujetar una tuerca o un perno por cualquier lado. Se utilizan en espacios redu-

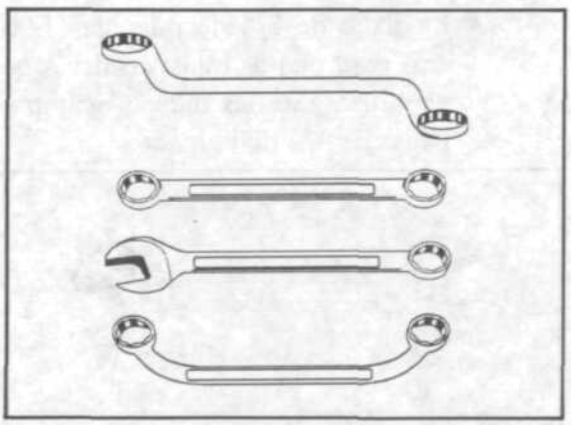


Figura 14-8. Llaves de bocas estrelladas.

cidos en los que no pueden entrar ni las llaves de bocas estrelladas ni las llaves de cubo (vea la Figura 14-9). No es aconsejable utilizar llaves de dos bocas si éstas se encuentran dadas de sí o tienen rebabas. Para los trabajos de reparación de equipos de refrigeración y aire acondicionado, se deben usar llaves que tengan bocas gruesas. Siempre que se utilice una llave de dos bocas, hay que tener cuidado de que no se resbale y de que no se redondeen las cabezas.

La Figura 14-10 muestra dos tipos de llaves de tuercas que se utilizan en las reparaciones de equipos de refrigeración y aire acondicionado. Se trata de la llave de dos bocas y de la popular llave en que se combinan una boca abierta y una boca estrellada (llave mixta).

Algunos otros tipos de llaves de dos bocas son:

- La llave de 7/16 de pulgada para planos transversales, que se utiliza con tornillos y pernos de 1/4 de pulgada (0.63 cm), con compresores y con válvulas de expansión.
- La llave de 1/2 pulgada (1.27 cm) para planos transversales, utilizada para los casquetes de tornillos NC y NF de 5/16 de pulgada que se encuentran generalmente en los compresores y en las válvulas de expansión.
- La llave de 3/4 de pulgada (1.90 cm) para planos transversales, que se utiliza para las tuercas acampanadas de 1/4 de pulgada.

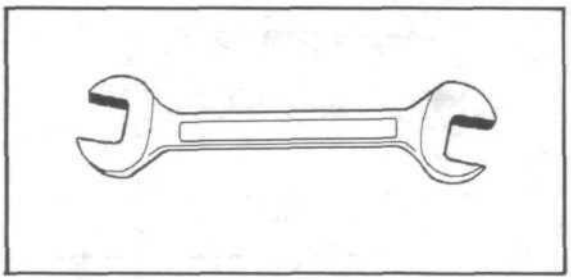


Figura 14-9. Llave de dos bocas.

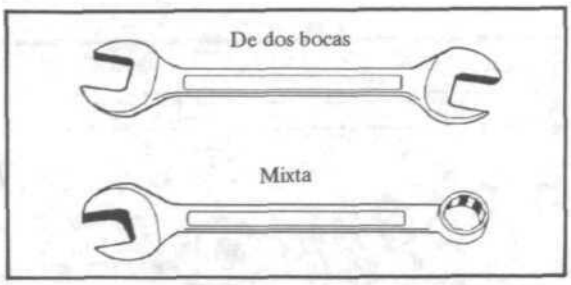


Figura 14-10. Llave de dos bocas y llave mixta, que combina una boca abierta y otra estrellada.

- La llave de una pulgada (2.54 cm) para planos transversales, que ajusta en las tuercas acampanadas de 1/2 pulgada.

Llave de tuercas ajustables de dos bocas. La llave de tuercas ajustable de dos bocas o llave perica tiene una boca corrediza que se mueve por medio de un tornillo ajustable (Figura 14-11).

Esta llave no debe sustituir a la llave de dos bocas. Se utiliza cuando es preciso trabajar con una tuerca o un perno de tamaño poco común.

Las llaves ajustables requieren que se les dé mantenimiento. Si la llave no se ajusta correctamente, se puede resbalar y causar daño. Al usar una llave ajustable, se debe tener cuidado de aplicar la fuerza adecuada y en la dirección correcta. Cuando utilice una llave ajustable, tenga presentes estos consejos:

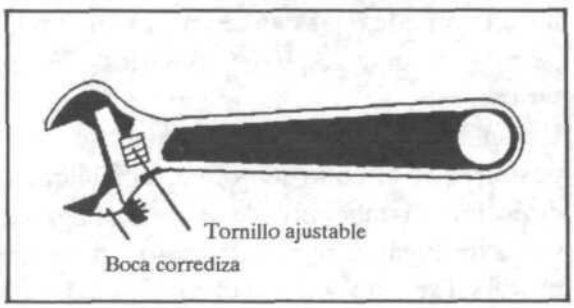


Figura 14-11. Llave de tuercas ajustable de dos bocas.

- Coloque la llave en la tuerca de manera que la fuerza de giro se aplique a la boca estacionaria (la que no se mueve) de la llave ajustable. Este lado de la boca puede resistir mucho más presión.
- Después de poner la llave en la tuerca, apriete el tornillo ajustable para así obtener un ajuste estrecho.
- Mantenga limpia la llave. Póngale un poco de aceite al tornillo ajustable para evitar la formación de herrumbre.

Llave para tuercas acampanadas. La llave para tuercas acampanadas es una llave especial de bocas estrelladas. Las tuercas acampanadas son unas tuercas especiales que sirven para conectar tubos. La llave para tuercas acampanadas es similar a la llave de bocas estrelladas, pero sin las crestas. La abertura hace posible que la llave se ajuste sobre el tubo y en la tuerca acampanada.

Una vez que se ha apretado la tuerca, la llave se retira por la parte opuesta a aquella por la que se introdujo. La cabeza de la llave está hecha parra ajustarse en las tuercas acampanadas estándar.

Llave de trinquete o matraca para tuercas acampanadas. Esta llave fue diseñada para trabajar en donde no puede hacerlo una llave normal para tuercas acampanadas. Se abre para permitir que la boca estrellada se coloque directamente en la tuerca acampanada. Esto hace que la llave sujete la tuerca con más fuerza mientras la quita.

Llaves para tubos. Las llaves para tubos están hechas para sujetar tubos, tachones y otros objetos circulares. Los dos tipos que más se usan en la industria de refrigeración y aire acondicionado son el estándar y el interno. Cuanto mayor es la fuerza que se ejerce sobre el mango, tanto mayor es la fuerza con que la llave sujeta al objeto.

Las llaves para tubos no se deben utilizar para las tuercas o para las cabezas de los pernos. Otro tipo de llave para tubos es la llave de cadena, que es ajustable y puede trabajar con más facilidad en espacios más reducidos, así como en objetos redondos, cuadrados o de forma irregular.

Llaves para el vastago de las válvulas de servicio. La mayoría de los vastagos de las válvulas tienen una forma cuadrada. Por lo tanto, es necesario contar con una llave de forma especial. Para los vastagos de las válvulas, se debe utilizar siempre una llave para válvulas de servicio.

Por lo general, estas llaves tienen un extremo de trinquete y un extremo fijo. Al abrir la válvula, su aguja o émbolo se separa de su asiento dentro de la válvula, y deja

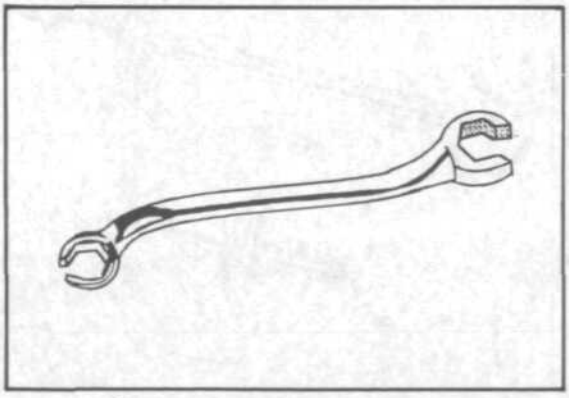


Figura 14-12. Llave para tuercas acampanadas.

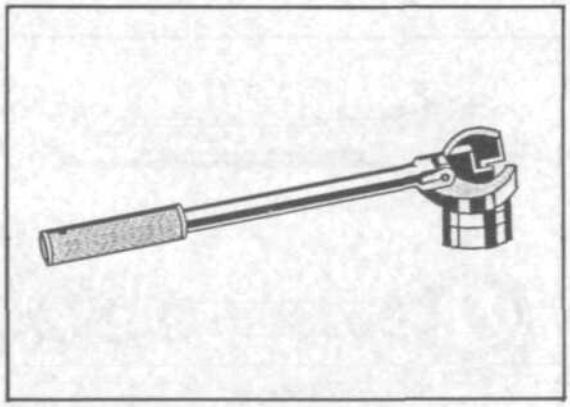


Figura 14-13. Llave de trinquete o matraca para tuercas acampanadas.

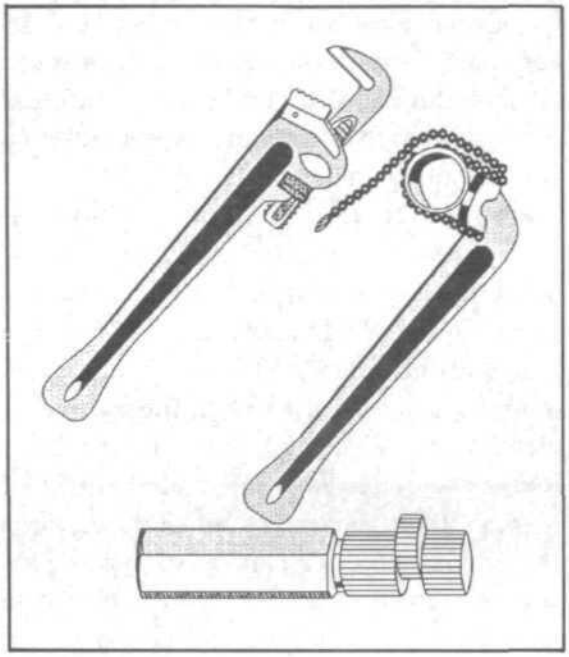


Figura 14-14. Llaves para tubos.

que fluya sólo una pequeña cantidad de refrigerante. Cuando un técnico necesita tener un control rápido de una pequeña abertura o cierre de una válvula, se debe utilizar la llave de extremo fijo. Para abrir o cerrar rápidamente una válvula, se debe utilizar el trinquete o matraca. Existen llaves para válvulas de servicio que tienen un trinquete o matraca reversible, lo cual permite al técnico cambiar el sentido en el que hace girar la válvula.

No todos los vastagos de las válvulas tienen 1/4 de pulgada, por lo que se necesitan adaptadores. Hay adaptadores de distintos tamaños. Por lo general, el macho (o impulsor) del cubo tiene 1/4 de pulgada cuadrada. Son pocos los cubos que tiene partes impulsoras mayores de 9/32 de pulgada. La abertura que se ajusta en el vastago de la válvula viene en cinco tamaños: 3/16, 7/32, 1/4, 5/16 y 3/8 de pulgada.

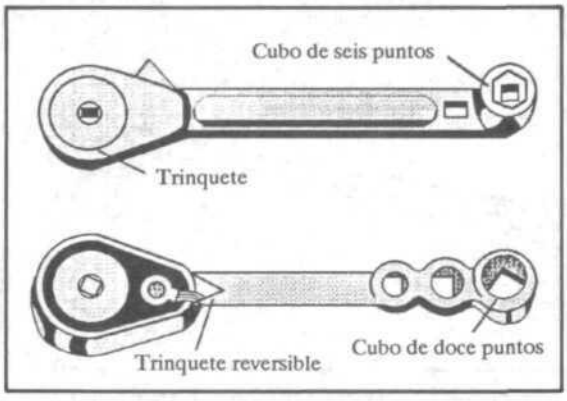


Figura 14-15. Llaves para válvulas de servicio.

Llaves de torsión. Como todos los materiales se dilatan, se comprimen y se tuercen, es necesario estar consciente de la fuerza que se ejerce sobre cualquier tuerca o perno. Para medir la fuerza ejercida sobre una tuerca o un perno, se debe usar una llave de torsión.

La torsión es una fuerza que hace que algo gire o se tuerza. Cuando un fabricante especifica una determinada torsión apriete para una tuerca o un perno, está indicando qué tanto debe apretarse. De este modo, el técnico sabe qué cantidad de fuerza debe aplicarle. Las llaves de torsión se hacen únicamente con un mango. Se pueden utilizar con cubos de distintos tamaños. El mango lleva un indicador o una carátula que mide las libras-pie o las libras-pulgada de torsión. La torsión (libras-pie) se puede calcular multiplicando la longitud del mango, en pies, por la fuerza de tiro, en libras, ejercida sobre el mango.

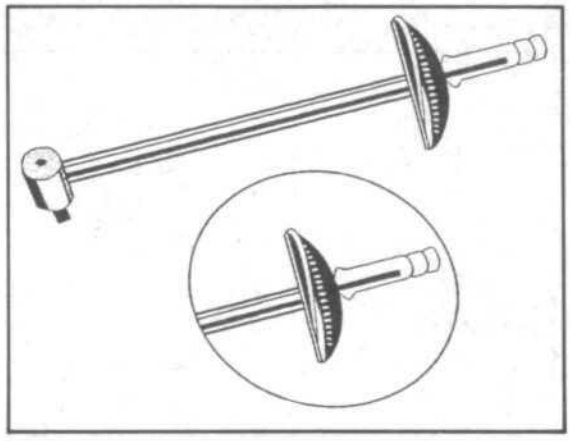


Figura 14-16. Llaves de torsión.

Las libras-pulgada se calculan multiplicando la longitud del mango, en pulgadas, por la fuerza de tiro, en libras, ejercida sobre el mango.

queta, pero no se debe alterar su posición porque se afectaría la exactitud.

La lectura de la torsión puede resultar equivocada si se cambia el ángulo de 90

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V *si considera verdadera la afirmación, o la letra F si la considera falsa.*

1. La longitud de un destornillador se mide desde la punta de la hoja hasta el principio del mango. F V

2. Una manera fácil, y sin peligro, de aflojar un perno que está muy apretado consiste en golpearlo con un martillo fuertemente. F V

3. La llave de tuercas ajustable de dos bocas o llave perica no debe sustituir a la llave de dos bocas; se utiliza cuando se necesita trabajar con una tuerca o un perno de tamaño poco común. F V

4. La llave de trinquete o matraca para tuercas acampanadas se usa para aflojar cualquier tipo de tuercas. F V

5. Para medir la fuerza ejercida sobre una tuerca o perno, se debe usar una llave de torsión. F V

Respuestas

1. V 2. F (Una manera fácil, y no peligrosa, de aflojar un perno que está muy apretado consiste en calentarlo o en empapar las roscas con un aceite penetrante.) 3. V 4. F (Esta llave fue diseñada para trabajar en donde no pudiera hacerlo una llave normal para tuercas acampanadas.) 5. V

Cómo usar las llaves de torsión

Cuando se conoce cómo utilizar correctamente la llave de torsión, se pueden evitar muchos problemas pequeños. Para empezar, coloque el mango de manera que según vaya tirando de él flote sobre la espiga del pivote. Puede suceder que, al jalar el mango, su extremo entre en contacto con la hor-

grados de la dirección de la fuerza, o si se cambia la distancia al extender el mango. El cuadro 14-17 muestra las diferencias que habría si la longitud de la palanca fuera de 10 ó 14 pulgadas, en lugar de 12. En ambos casos, la fuerza de 100 libras sería la misma.

Se pueden utilizar adaptadores y extensiones para que ayuden a alcanzar los lugares que una llave de torsión normal no logra

Longitud		Fuerza		Pulgadas/Libra	Pies/Libra
12	×	100	=	1200	100.0
10	×	100	=	1000	83.6
14	×	100	=	1400	116.6

Figura 14-17. Cuadro de cambios de torsión debidos a cambios en la longitud de la palanca.

alcanzar. Cuando se usa una adaptador, se modifica la cantidad total de la torsión. La longitud de la palanca es ahora el total de la suma de la longitud de la palanca (P) y de la longitud del adaptador (A).

Pinzas

Todos, en una u otra ocasión, hemos utilizado unas pinzas (o alicates). Están hechas para sujetar, cortar, doblar, o quitar diferentes objetos. Por lo general, el nombre de la pinzas indica cuál de dichas funciones realiza.

Pinzas para uniones corredizas (o de mecánico). Estas pinzas se pueden fijar en dos posiciones distintas, para distintas aplicaciones. Existen muchos tipos de pinzas para uniones corredizas. Cada uno tiene su propio tamaño de mordaza y de mango. La pinza que se debe usar dependerá de la fuerza de tiro que se requiera. Las pinzas para uniones corredizas tienen dientes profundos, para sujetar con fuerza. Igualmente, la longitud del mango y la abertura de la boca son de distintos tamaños. Estas pinzas se pueden usar también para cortar alambre. Se debe evitar utilizar las pinzas en cualquier cosa que sea más dura que ellas; de lo contrario, los dientes se desgastarán y no sujetarán bien.

Mordazas (o pinzas de presión). Las pinzas de mordaza o de sujección se utilizan para sujetar objetos cuando se necesita tener las manos libres como, por ejemplo, cuando se está soldando. Una de las bocas se puede ajustar al tamaño de objetos diversos. Estas pinzas no se deben usar nunca en materiales que puedan rayarse o estropearse.

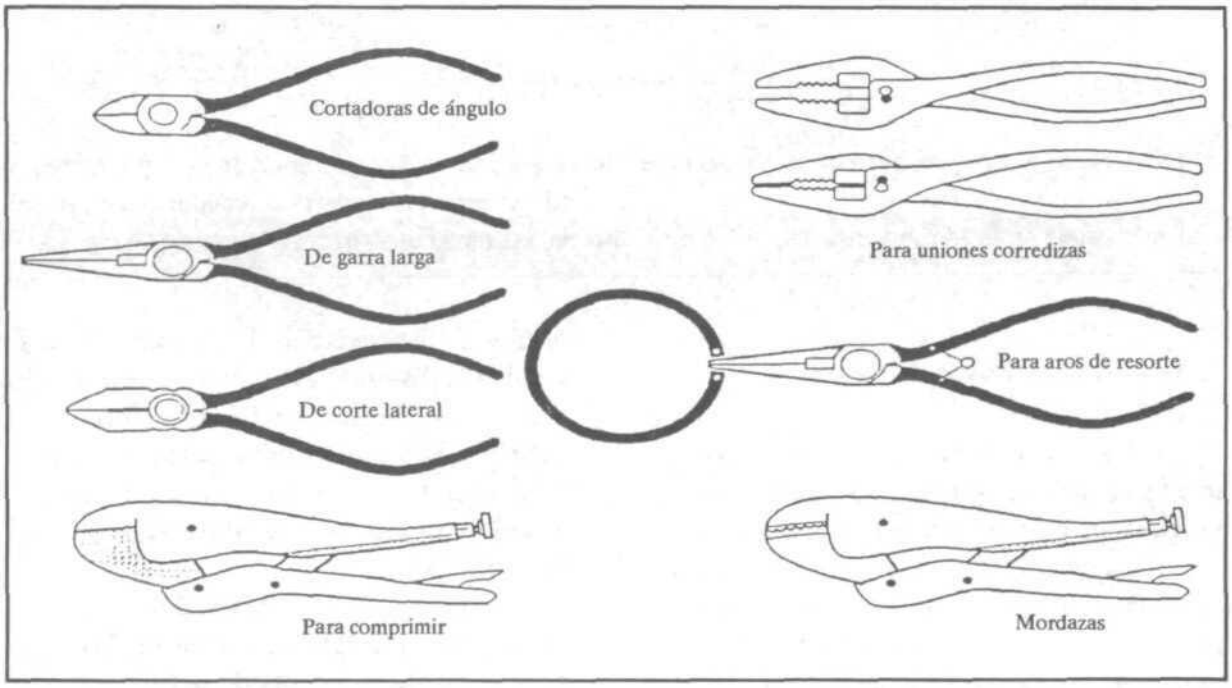


Figura 14-18. Diversos tipos de pinzas.

Pinzas para comprimir. Estas pinzas de mordaza se utilizan para comprimir o sellar los tubos de refrigerante y evitar que éste se pierda mientras se están soldando los tubos. Para formas especiales de compresión, existen pinzas de mordaza de garra larga. Se utilizan cuando se necesita sujetar objetos pequeños.

Pinzas para aros de resorte (o de puntas). Las pinzas para aros de resorte se utilizan para quitar los aros sin dañar los anillos.

Cortadoras de ángulo. Las cortadoras de ángulo están hechas para sacar chavetas, abrir chavetas y cortar alambre para calibrar de tamaño pequeño. Nunca se debe usar una pinza cortadora de ángulo para cortar alambre para calibrar de tamaño grande.

Pinzas de garra larga. Las pinzas de garra larga (o de nariz larga) se utilizan para sujetar objetos pequeños y para retirar diversas piezas de sitios difíciles de alcanzar. No hay que usarlas nunca para trabajos que excedan su capacidad de sujetar.

Pinzas de corte lateral. Las pinzas de corte lateral se usan para cortar alambre para calibrar de gran tamaño.

Otros tipos de pinzas

Existen pinzas para todo tipo de trabajos: para baterías (tuercas de terminales), para tuercas de bombas de agua, para encendido, para abrazaderas de manguera, para resortes de interruptor, para ranuras de sujeción, para anillos de retención, para anillos de cierre de herradura, y para ranuras.

Cómo usar las pinzas

Las pinzas deben estar siempre limpias. Póngales aceite de vez en cuando en su punto de unión para evitar la herrumbre y para que la espiga de la unión pueda moverse mejor. Cuando se trabaje en partes eléctricas, el mango de las pinzas debe estar cubierto con aislante. Las pinzas no se deben utilizar ni para apretar ni para aflojar tuercas o pernos.

Martillos

Para dar servicio a los sistemas de refrigeración y aire acondicionado, se necesitan varios tipos de martillos. Es muy importante que la cabeza del martillo se encuentre firmemente unido al mango. La manera correcta de usar un martillo consiste en sujetar el mango como a dos terceras partes de distancia de la cabeza.

Para dar golpes ligeros y exactos, sujete el martillo con el dedo índice en la parte superior del mango, y acciónelo con movimientos de la muñeca. Para dar golpes más fuertes, sujete el martilo envolviendo el mango con todos los dedos y acciónelo con los músculos del codo.

Martillo de bola. Los martillos de bola, de unos 24 ó 32 gramos (12 a 16 onzas), son los más comunes. La cabeza plana se usa para martillear, y la redonda para redondear remaches, y realizar otros trabajos similares.

Almádena (o marro). La almádena se utiliza para romper y golpear con gran fuerza. Por lo general, la almádena tiene un mango muy largo, porque la cabeza está hecha de acero y pesa mucho.

Martillo de uña. Este martillo, utilizado principalmente por los carpinteros, se necesita para instalar los soportes de los tubos y para sujetar hojas metálicas en la madera.

Martillo remachador. Otro de los martillos que utilizará en su trabajo es el martillo remachador. Aunque en la actualidad muchos equipos de refrigeración y aire acondiciona-

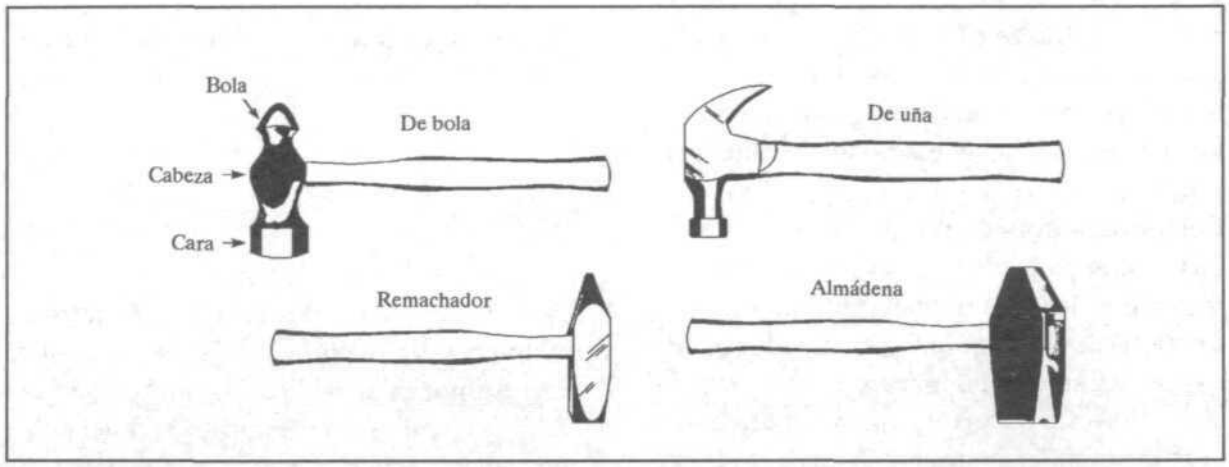


Figura 14-19. Martillos de bola, de uña y remachador, y una almádena.

do están hechos de una sola pieza, sigue existiendo la necesidad de una herramienta con la que armar piezas pequeñas. El martillo remachador sirve para esto.

Martillos blandos. En el servicio a los equipos de refrigeración y aire acondicionado, es frecuente que se necesitan martillos blandos o mazos. Estos son martillos de cabeza blanda hechos de distintos tipos de materiales. Los hay de cuero crudo, hule, madera, plásticos o plomo. Se usan para meter las piezas en su sitio, o para sacarlas sin dañar la superficie. Para este tipo de trabajo, se recomienda utilizar mazos de entre una y media y dos libras (alrededor de 680 a 900 gramos, respectivamente).

Cinceles, punzones y palancas

Los cinceles (o cortafríos), los punzones y las palancas se utilizan de diversas maneras. El cincel y el punzón se usan con un martillo. Cuando martille un cincel, no lo sujete con mucha fuerza, para evitar que usted se pueda lastimar.

Las palancas se usan para quitar objetos que por lo general sería difícil quitar de otra manera.

Los cinceles se utilizan para cortar materiales, o quitarles pequeños pedazos. Los hay de muchos tipos. El más común es el cortafríos, y otros usados son el de gubia, el de punta plana, el sacarremaches y el de punta de diamante.

Cómo usar los cinceles

Cuando utilice un cincel, sosténgalo en un ángulo determinado. El ángulo depende de qué tan duro o suave sea el material que esté cincelado. Si se trata de un material suave,

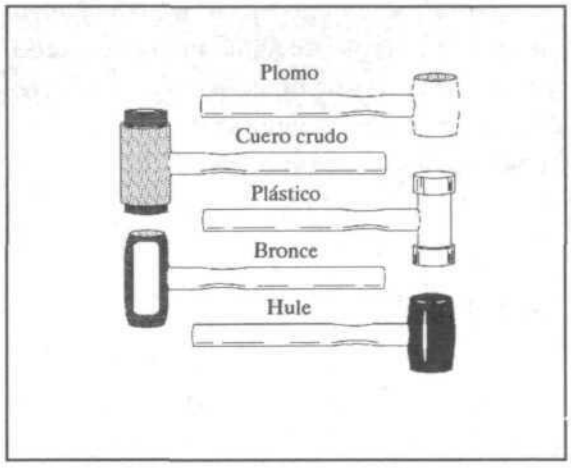


Figura 14-20. Martillos blandos.

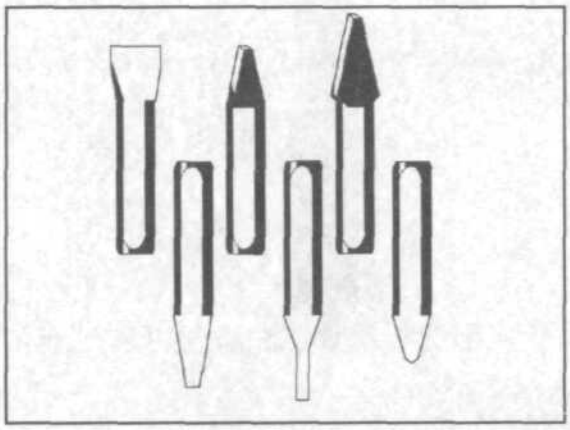


Figura 14-21. Diversos tipos de cinceles.

sosténgalo en un ángulo agudo (como de 45 grados). Si el material es duro, sosténgalo en un ángulo obtuso (entre 60 y 70 grados). Como siempre que se trabaja con un cincel se desprenden materias y polvo, es necesario usar anteojos protectores.

Tenga cuidado de que el extremo del cincel que se martilla no se aplaste o extienda. Esta desfiguración no sólo dificulta el trabajo, sino que es peligrosa: Si una parte del reborde creado se rompe al martillarse puede salir despedida en cualquier dirección y lastimarle.

Punzones

Los punzones se utilizan principalmente para marcar los sitios en que se va a hacer una perforación o barreno, así como para hacer muescas profundas que sirvan para perforar correctamente los hoyos. La Figura 14-23 muestra cuatro tipos distintos de punzones, los más comunes en el trabajo de refrigeración y aire acondicionado.

Punzón de marcar. El punzón de marcar tiene un extremo largo y puntiagudo, y se utiliza sobre todo para marcar los sitios que hay que perforar.

Punzón para centrar. Este punzón tiene un punto de entre 60 y 90 grados, y por lo general se utiliza para comenzar el trabajo de perforación detallada. Los punzones para centrar se usan también para marcar las piezas de los aparatos de refrigeración y aire acondicionado antes de desarmarlos. De esta manera, es más fácil volver a armarlos correctamente. El punzón para centrar no se debe utilizar en superficies muy duras, que puedan dañarle la punta.

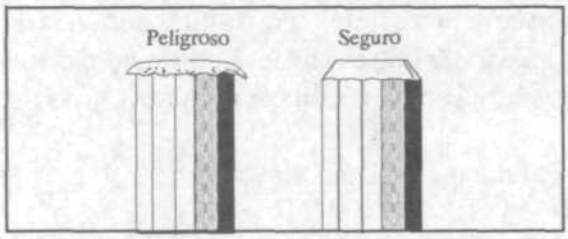


Figura 14-22. Los cinceles con el extremo aplastado son peligrosos.

Punzón botador. Los punzones botadores se utilizan para quitar y poner los pasadores de retención. A la nariz redonda se le llama pico. La longitud total de estos puntos se mide por la redondez del cuerpo y la redondes del pico.

El pico se hace en diámetros desde 3/32 hasta 5/16 de pulgada. Este punzón nunca se debe usar para arrancar un pasador: el pico es muy pequeño y puede romperse con un golpe fuerte.

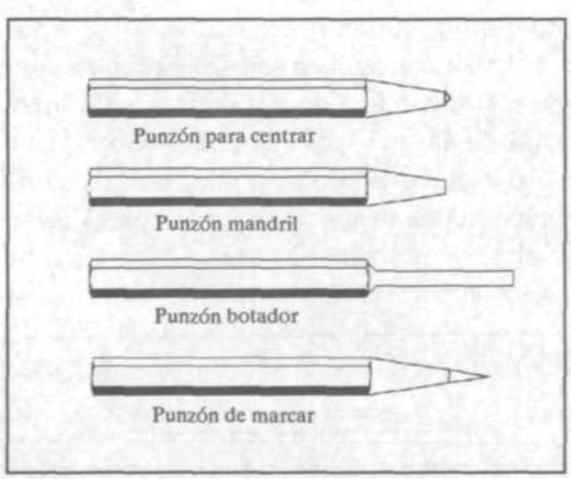


Figura 14-23. Diversos tipos de punzones.

Punzón mandril. El punzón mandril se utiliza para sacar chavetas, y para alinear agujeros en materiales en donde deben corresponder entre sí. Nunca utilice un punzón mandril como punzón para centrar.

Palancas

Las palancas se usan para mover, levantar, inclinar y jalar objetos. Están hechas de manera que puedan absorber una presión continua para obtener apalancamiento. Nunca se debe usar un martillo en combinación con una palanca.

Limas

Hay limas de muy diversos tamaños y formas, las limas se utilizan para limpiar los metales y para darles forma. Constan de cinco partes: el rabo, el talón, la cara, el costado y la punta.

El rabo permite ponerle mango a la lima. Para hacer esto, hay que deslizar el mango sobre el rabo y luego golpear suavemente el extremo del mango contra el banco, a fin de que la fuerza haga que quede firmemente colocado. Con objeto de evitar heridas en las manos, se deben usar limas que tengan mango. No es conveniente utilizar las limas como palancas o punzones. Tampoco es bueno golpearlas con un martillo, porque son muy quebradizas.

Las limas reciben sus nombres de acuerdo con el tamaño de sus dientes y la dirección en la que están cortados. Son de un sólo corte o de corte doble. Las de corte único tienen una serie de líneas paralelas, o cortes, que corren a lo ancho de la cara. Se utilizan para el terminado de superficies.

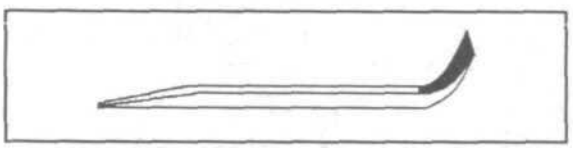


Figura 14-24. Una palanca.

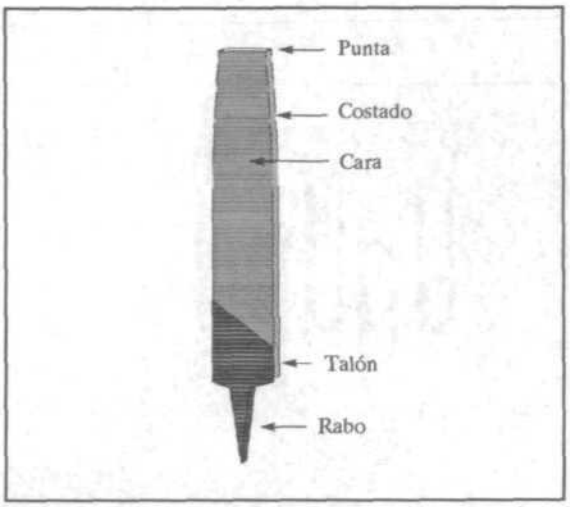


Figura 14-25. Partes de una lima.

Las limas de corte doble tiene dos series de cortes que se cruzan unos con otros sobre la cara. Este tipo de limas se utilizan para quitar o rebajar metal con rapidez. La mayoría están diseñadas de modo que corten cuando la lima se mueva hacia adelante.

Las limas se hacen de distintos tamaños o largos, por ejemplo de cuatro, seis, ocho y doce pulgadas (diez, quince, veinte y veinticinco centímetros). El tamaño de los dientes va desde el muy suave, el suave, el de segundo corte y el bastardo hasta el corriente.

Las limas pueden tener forma rectangular, medio redonda, o media caña, redonda o limatón, triangular, cuadrada, de cuña aguda, y otras más. En el trabajo de refrigeración y aire acondicionado, las limas que más se usan son la lima plana para sierra, la lima de mecánico, la lima escofina y la lima de diente curvo.

Limas planas para sierra. Estas limas son siempre de un solo corte, y se utilizan para afilar herramientas.

Limas de mecánico. Las limas de mecánico se usan para afilar y para trabajos de terminado.

Limas escofina. Estas limas se utilizan para cortar madera y para metales muy suaves.

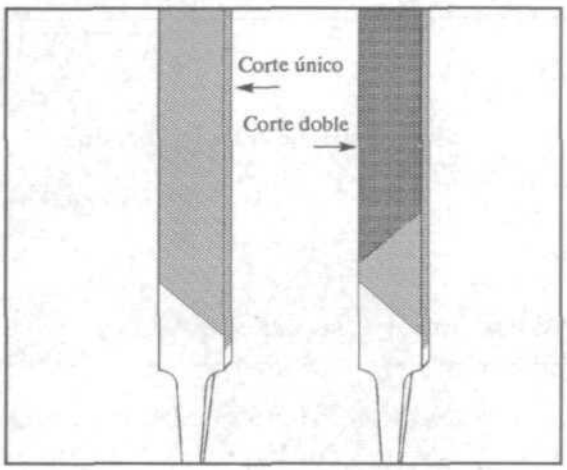


Figura 14-26. Limas de un solo corte y de corte doble.

Limas de diente curvo. Las limas de diente curvo se usan en hojas de acero y de aluminio.

Cómo usar las limas

Se debe aplicar solamente la presión necesaria para que la lima corte de manera continua. Para evitar que los dientes se dañen, levante la lima en el viaje de regreso. No use una lima que tenga dientes sucios. Aprenda a golpear ligeramente la lima después de cada viaje, para así quitarle la basurilla o rebabas a los dientes. Cuando haya acabado de trabajar con ella, limpíela muy bien. Necesitará una carda para limas, que es un cepillo de alambre con cerdas muy duras. Para limpiar la lima, hay que pasar la carda por los dientes, hasta que le quite todo el material y basurillas que le hayan quedado.

Si todavía le quedan basurillas, pruebe a limpiarla con el alambre puntiagudo para limpieza, o "raspador", que viene con la carda para limas.

Para que la lima se conserve afilada y en buenas condiciones de trabajo, protéjala con una cubierta. No arroje las limas sobre los bancos de trabajo o al interior de los cajones. Una buena costumbre es tenerlas colgadas, no permita que estén en contaco con el agua, para evitar la herrumbre, y de vez en cuando póngale un poco de aceite a la hoja.

Taladros *y* brocas para taladros

Los taladros se utilizan para hacer agujeros y perforaciones, así como para poner torni-

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Las_____están hechas para sujetar, cortar, doblar o quitar diferentes objetos.

2. Las pinzas para_____se utilizan para quitar los aros sin dañar los anillos.

3. En el trabajo de servicio a los equipos de refrigeración y aire acondicionado es frecuente que se necesiten martillos blandos o mazos, que son martillos de _____hechos de distintos tipos de materiales.

4. Las limas constan de cinco partes: el rabo, el talón, la cara, el costado y_____ _____ .

5. Para que las limas se conserven afiladas y en buenas condiciones de trabajo, se deben proteger con una_____.

Respuestas

1. pinzas 2. aros de resorte 3. cabeza blanda 4. la punta 5. cubierta

líos y varias otras cosas. La mayoría de los taladros tienen un mango tipo pistola y algunos, además, una agarradera lateral.

El tamaño del taladro es determinado por la broca de mayor diámetro que puede acomodar. Hay taladros que tienen dos velocidades, que se usan según el tipo de material. Por lo general, estos taladros de velocidad variable tienen una de reversa o marcha atrás, que es muy útil para quitar tornillos.

El trépano o broca se introduce en un mandril. El mandril es un dispositivo de uso muy extendido, que tiene tres dientes y se parece a una caja de velocidades. Se abre y se cierra por medio de una "llave de mandril".

Para ponerle una broca a un taladro, hay que abrir el mandril, colocar la broca en la abertura y volverlo a cerrar. Luego se toma la llave y se coloca cuidadosamente en el agujero y las ranuras que tiene alrededor la cabeza del mandril.

En la industria de refrigeración y aire acondicionado se utilizan tres tipos de taladros: el recto, el acodado y el portátil o de baterías.

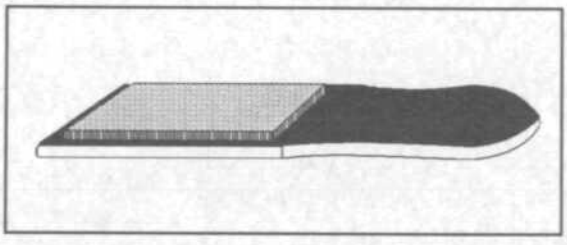


Figura 14-27. Carda para **limas.**

El taladro recto. Este es el taladro más popular y más útil. Por lo general, su peso es ligero y puede utilizarse en casi cualquier sitio.

El taladro acodado. Este es un taladro de tipo especial, que puede taladrar en sitios de difícil acceso. El extremo en el que va la cabeza está "acodado" con un ángulo de 90 grados. Conviene que sepa que es un taladro pesado y de gran tamaño. Pero funciona muy bien en esos pequeños espacios en los que hay que perforar.

El taladro portátil. El taladro portátil es accionado por baterías y se puede utilizar en cualquier sitio. Su peso es ligero, su uso sencillo y su costo generalmente económico. Aparte de los usos normales de los taladros, el taladro portátil se puede utilizar también como un destornillador de vuelta lenta. Como el taladro portátil tiende a girar lentamente, se puede utilizar para apretar y aflojar los tornillos y las tuercas que son difíciles de aflojar.

Las brocas son las que propiamente taladran o perforan los agujeros. Se utilizan para trabajos de instalación y reparación. Hay brocas hechas especialmente para trabajos en metal, madera, materiales plásticos y mampostería. Casi todas las brocas tienen una espiga recta.

Por lo general, y dependiendo de su calidad, las brocas se hacen de acero al carbono o de aleaciones de acero para altas velocidades. La velocidad de una broca depende de su tamaño. Cuanto más pequeña sea, tan-

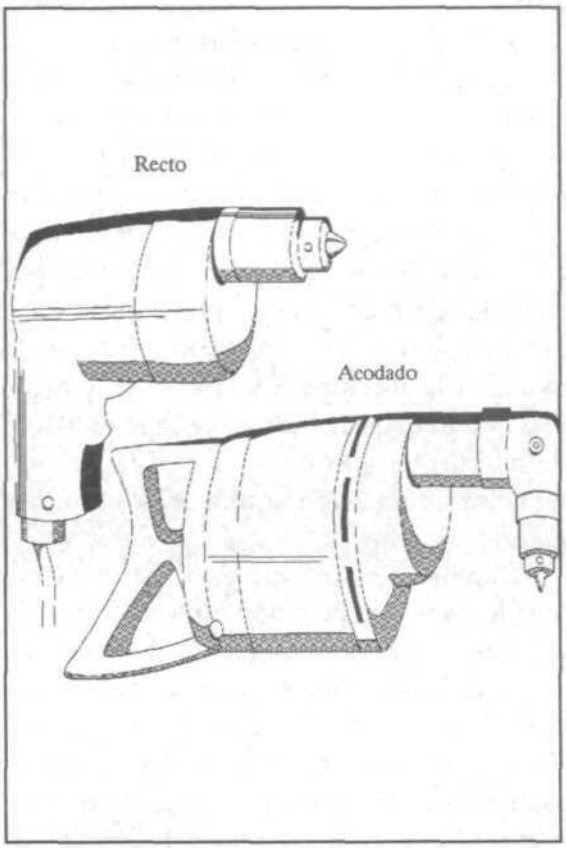


Figura 14-28. Un taladro recto y uno acodado.

to más veloz será. Casi todas las brocas tienen dos filos cortantes. Estos deben estar muy afilados, ser de la misma longitud y tener un ángulo de inclinación.

Las brocas para taladros llevan unas estrías, cuyo objeto es quitar las basurillas del agujero conforme se va taladrando. Las estrías están arrolladas en espiral, en ángulo, lo que determina el ángulo de inclinación necesario para cortar. Para que el agujero tenga el tamaño correcto, el filo de la broca debe ser del mismo tamaño y tener el mismo ángulo. Si uno de los filos es más largo, el agujero que se está teladrando tendrá un tamaño mayor que el deseado. Si uno de los filos tiene un ángulo menor que el otro, será el único que corte, por lo que se desgastará.

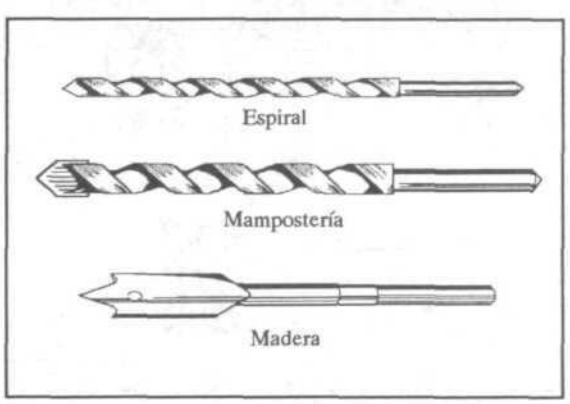


Figura **14-29.** Brocas para taladros.

Cómo usar los taladros

Antes de ponerle o quitarle una broca al taladro, desconecte la corriente. Protéjase los ojos debidamente todo el tiempo. Asegúrese de que el interruptor esté desconectado (OFF) antes de conectar la corriente. Cerciórese también entonces de que haya quitado la llave del mandril. Con un punto o una lezna, localice el sitio exacto antes de comenzar a taladrar. Sostenga el taladro con una presión firme y uniforme, y deje que sea él el que haga el trabajo. Cuando lo haya terminado, desconecte la corriente y quite la broca.

Herramientas para tubos

Para este tema, ver las lecciones 12 y 13.

Micrómetros y compases

En ocasiones, los técnicos necesitan verificar dimensiones muy pequeñas, hasta de una milésima de pulgada. Para estas mediciones se requiere un instrumento especial.

Micrómetro. El micrómetro se utiliza para medir el exterior y el interior de los objetos. Para ello, el objeto se coloca dentro de la estructura del micrómetro y luego se aprieta el manguito, para sujetar el objeto contra el tope. Algunos de los micrómetros más costosos, tienen un tope de trin-

quete que impide que se haga mucha presión sobre el objeto. El tope de trinquete da vuelta con el husillo, para asegurar que la medida sea la correcta. Al detener el husillo una vez, alcanza una determinada cantidad de presión.

Hay muchos tipos de micrómetros. Entre los más comunes, se cuentan:

- El micrómetro de exteriores, que se usa para medir el diámetro externo y el grosor.
- El micrómetro de interiores, que se usa para medir el diámetro interno de objetos tales corno anillos y cilindros.

El husillo tiene grabadas a lo largo unas líneas, las cuales están divididas en 40 partes iguales. El manguito, que tiene los bordes biselados, está dividido en 25 partes, cada una de las cuales representa una milésima (1/1000 ó 0.001) de pulgada. En algunos micrómetros, cada división está numerada.

Para leer el micrómetro, se lee la cifra más alta visible en el manguito: 1 = 0.100, 2 = 0.200 y así consecutivamente. Añada a este número el número vertical visible: 1 = 0.025, 2 = 0.050 y así sucesivamente. Ahora, sume estas dos cifras. El resultado es el grosor total del material medido. Para conocer un ejemplo, vea la Figura 14-35.

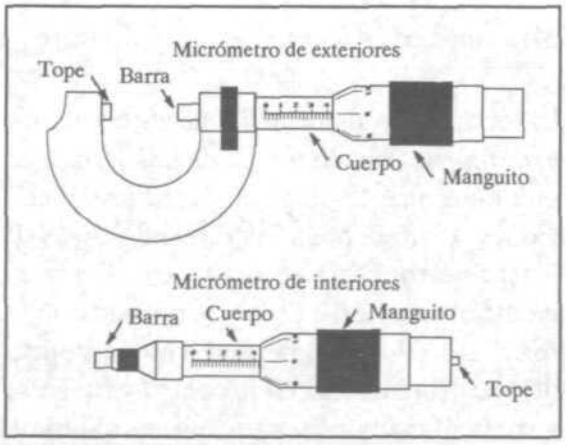


Figura 14-30. Micrómetros de interiores y de exteriores.

El husillo está graduado de manera que el usuario pueda tomar medidas de hasta 1/1000 de pulgada.

Cómo usar los micrómetros. Cuando se coloque un micrómetro en un objeto, y cuando se le quite, hay que hacerlo con mucho cuidado. Es preciso conservarlos muy limpios, y pasarles un trapo con aceite para evitar la herrumbre. Cuando no estén en uso deben estar cubiertos. Tenga cuidado de no apretar más de la cuenta los micrómetros que no estén equipados con un tope de trinquete.

Compruebe su precisión, cerrando el husillo para ver si los números cero quedan alineados. En caso contrario, ajuste el instrumento. Para ello, siga las instrucciones del fabricante. ¡Evite dejar caer un micrómetro! Cuando sea necesario abrir completamente el micrómetro, no le dé vueltas al marco. En vez de eso, haga rodar suavemente el manguito en la palma de la mano.

Para emplear estos instrumentos correctamente, se requiere habilidad y práctica. Mucho depende de qué tanto "sienta" el técnico. Con la práctica, se aprende a dominar

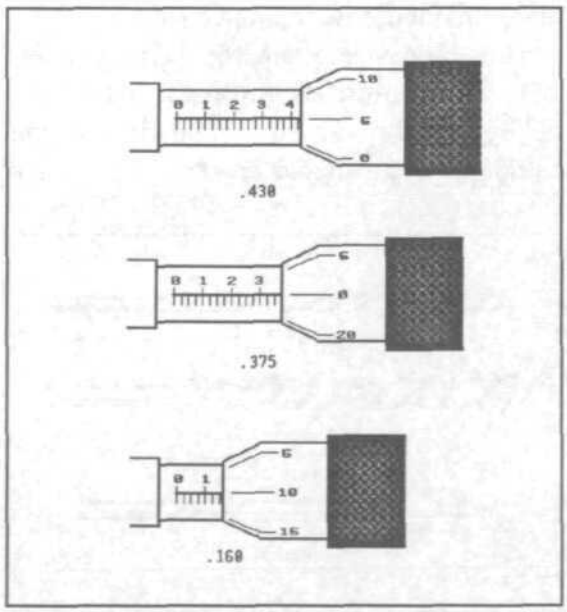


Figura 14-31. Lectura de un micrómetro.

estos instrumentos y puede uno tomar medidas con márgenes de .003 y .005 pulgadas.

Compases. Aunque a todos los técnicos de refrigeración y aire acondicionado les conviene conocer el micrómetro, es probable que los compases les sean más útiles. También los compases se utilizan para medir el exterior y el interior de los objetos.

El compás de exteriores se usa para tomar mediciones del exterior para las que hay una tolerancia de 1/64 de pulgada. Los compases carecen de un indicador o una carátula que muestre las mediciones. Debido a ello, se tienen que usar en combinación con una regla de acero.

Para medir objetos redondos con un compás lo que se debe hacer es abrirlo y volver a cerrarlo. Ponga el compás de lado a lado del objeto, asegurándose de obener una medición pareja. Luego, apriételo bien, quítelo del objeto y póngalo junto a un regla de acero.

El compás de interiores se usa para tomar mediciones del interior de materiales para las que hay una tolerancia de 1/64 de pulgada. Colocando el compás dentro de un hueco, se puede medir su diámetro. Una vez que el compás esté en el hueco, ponga una de las patas contra la pared, y ajuste el tornillo de mariposa hasta que la otra pata toque la pared opuesta. Para obtener una lectura correcta, las dos patas deben arrastrarse un poco. Saque el compás y póngalo junto a una regla de acero, a fin de obtener la medición.

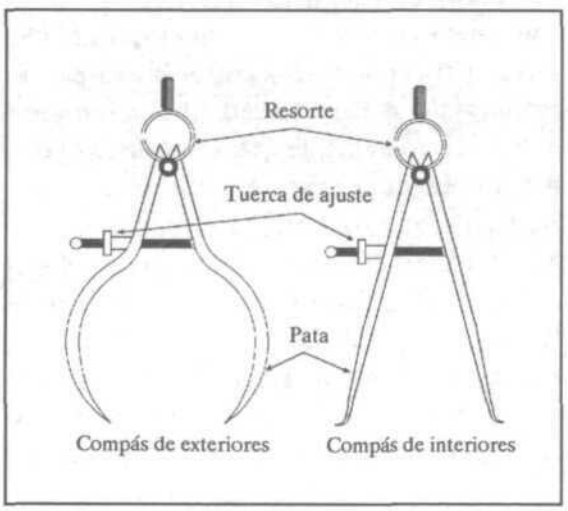


Figura 14-32. Compases de exteriores y de interiores.

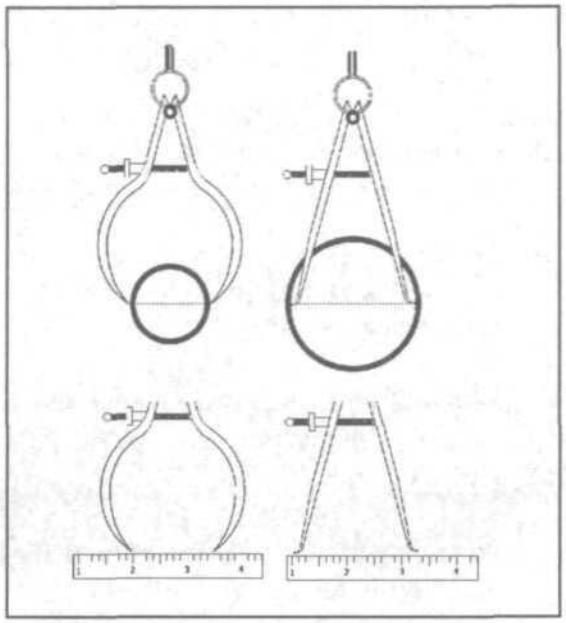


Figura 14-33. Medición de un objeto redondo con compás.

Hay ocasiones en las que se necesita que un objeto quede ajustado dentro de un hueco de tamaño determinado. En tales casos, se debe trasladar la medición de un compás a otro. Para hacerlo, lo primero es poner el compás de interiores dentro del hueco que se va a taponar. Luego, el compás de exteriores se ajusta al de interiores hasta que las patas de los dos se toquen.

Al igual que los micrómetros, los compases se deben tratar con mucho cuidado para que conserven su exactitud. Basta con seguir algunas sencillas reglas de manejo, para que los compases y los micrómetros duren toda una vida.

Guarde sus compases en un lugar libre de humedad, y cuando no estén, en uso, cúbralos. Manténgalos limpios. Páseles un trapo con aceite para evitr la herrumbre. Nunca los deje caer. No apriete demasiado los tornillos de sujeción y de ajuste.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Taladro de gran utilidad que por lo general tiene un peso ligero y puede utilizarse en casi cualquier sitio._____c.

2. Dispositivo muy utilizado que tiene tres dientes y se parece a una caja de velocidades._____.

3. Instrumento que se utiliza para medir el exterior de los objetos. _____

4. Dispositivo que aumenta de velocidad al disminuir de tamaño. _____

5. Instrumento que se usa para tomar mediciones del exterior para los que hay una tolerancia de 1/64". _____

a. compás de exteriores
b. broca
taladro recto
d. mandril
e. micrómetro

Respuestas

1. c 2. d 3. e 4. b 5. a

Herramientas para hacer roscas

Antes de la Segunda Guerra Mundial, no había estándares para las roscas. Después de la guerra, la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN) adoptó una forma estándar de rosca, que se llamó el Sistema Unificado (SU). Como los tamaños de las roscas se estandarizaron, se generalizó la costumbre de usar machuelos para cortar las roscas del interior, y troqueles para cortar las roscas del exterior.

Los machuelos manuales estándar, que tienen un diámetro superior a un cuarto de pulgada (6mm), se hacen el juego de tres. Estos son el machuelo cónico, el machuelo paralelo y el machuelo cilindrico.

Machuelo cónico. El machuelo cónico se utiliza para comenzar a cortar las roscas. El extremo del machuelo está ahusado de seis a diez roscas antes de que se alcance el diámetro total de la rosca. El machuelo cónico se debe usar para horadar el material y hacer el agujero. Cuanto más largo sea el machuelo cónico, tanto más recto y fácil de hacer será el agujero.

Machuelo paralelo. El machuelo paralelo se utiliza después de que el cónico ha hecho las roscas iniciales. Su extremo está ahusado sólo de tres a cuatro roscas antes de que se alcance el diámetro total. El machuelo para-

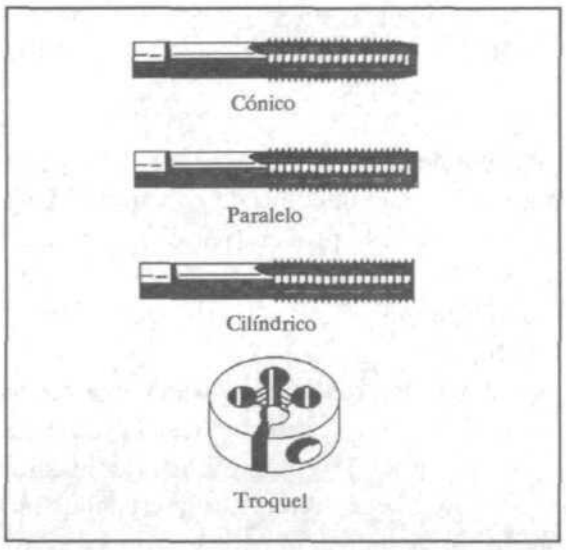


Figura 14-34. Machuelos cónico, paralelo y cilindrico.

lelo es el encargado de hacer la mayor parte del corte. Se puede utilizar para hacer las roscas de un agujero ciego.

Machuelo cilindrico. El machuelo cilindrico se utiliza cuando las roscas se deben hacer hasta el fondo de un agujero ciego. En la mayoría de los casos, la rosca se comienza con el machuelo cónico, se continúa con el machuelo paralelo y se termina con el machuelo cilindrico.

Cada vez que se necesita hacer una rosca, se deben utilizar los tres machuelos,

Portamachuelos. Hay dos tipos de portamachuelos. Según el tamaño del machuelo es el portamachuelos que se utiliza. Para los pequeños, se utiliza un mango de cabeza de martillo. El mango de cabeza de martillo permite "sentir" más el proceso de corte. La llave manual para machuelos se usa cuando se necesita mayor apalancamiento. También se usa con machuelos de tamaño más grande.

Cuando el corte se hace a mano, es importante mantener el machuelo fijo y derecho. Debe hacerse retroceder el machuelo después de cada vuelta completa. Esto hace que escapen los trozos de metal, para que el

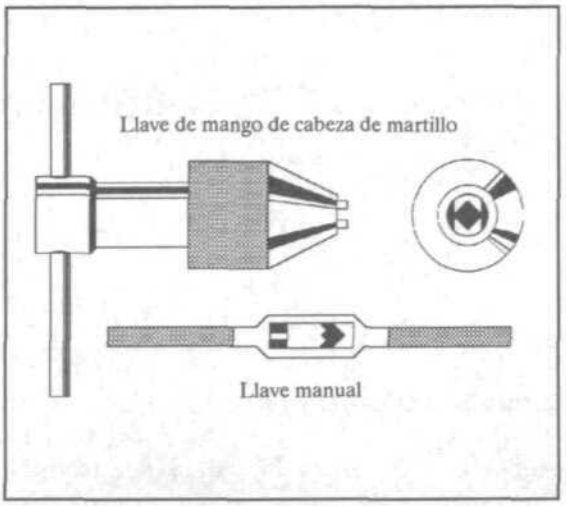


Figura 14-35. Llaves de mango de cabeza de martillo y manual, para portamachuelos.

filete no se dañe. Algunos técnicos introducen en el agujero un pedazo pequeño de lápiz graso, un crayón o un poco de aceite. Así, los trozos del metal salen del agujero mientras se hacen las roscas.

Cómo usar los machuelos. Los machuelos son herramientas delicadas que hay que manejar con cuidado. Utilice la broca correcta para cada machuelo. Asegúrese de que estén bien afilados y de usar suficiente aceite soluble. Cuando empiece a hacer la rosca, hágalo con el machuelo en posición frontal. No la fuerce para cortar. Y tenga cuidado de que el agujero no se llene de trozos de metal y se "atasque". En caso necesario, haga retroceder al machuelo. No lo introduzca hasta el fondo de un agujero ciego. Cuando necesite cortar roscas exteriores, utilice un troquel.

Hay dos clases de troqueles: sólidos y ajustables. Como no se puede ajustar, el sólido se utiliza muy poco, mientras que el ajustable es muy popular. Existen dos tipos de troqueles ajustables: el troquel redondo y el de dos partes. Este último tiene una guía que mantiene las partes bien alineadas. Los troqueles están hechos para cortar la mayoría de las roscas estándar. El mango que

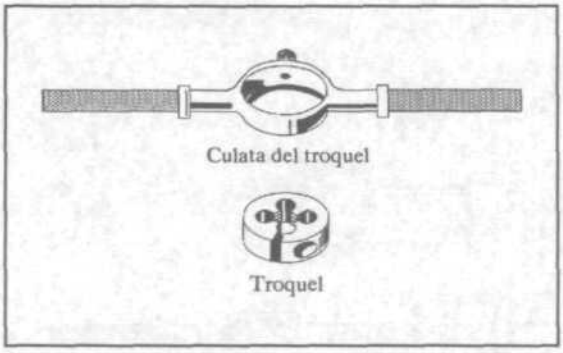


Figura **14-36.** Troquel y culata del troquel.

sujeta el troquel es la culata del troquel. Sirve para ejercer presión en el troquel, de modo que pueda cortar.

Cómo usar los troqueles. A continuación, presentamos algunas reglas importantes que deben seguirse para cortar roscas externas:

- Recuerde que el diámetro del material es igual que el tamaño final de la rosca. Si lo que necesita es un tornillo de media pulgada, con rosca, el material bruto deberá ser de media pulgada.
- Asegúrese de que la pieza en la que va a trabajar esté firmemente sujeta.
- Cerciórese de estar utilizando el troquel del tamaño correcto. Si no sabe exactamente qué tamaño es el que le sirve, haga algunos cortes de prueba en un pedazo de metal de desperdicio.
- Haga un bisel (un pequeño corte en ángulo) en el extremo del material al que le va a hacer la rosca.
- Comience a hacer la rosca con el extremo ahusado del troquel.
- Asegúrese de "retroceder" un poco, después de cada vuelta, para que puedan escapar los trozos de metal (rebabas).
- Siempre que sea necesario, póngale una pequeña cantidad de aceite al troquel.

Cuando se necesita hacer roscas hasta el hombro, se cortan como de costumbre. Una vez terminada la primera parte del procedimiento, saque el troquel y voltéelo. Invierta los cortadores y haga las roscas hasta el hombro.

Nunca debe intentarse hacer una rosca hasta el hombro sin antes hacer la rosca de manera normal. Algunas de las medidas de seguridad que conviene tomar cuando se hacen roscas manualmente son las siguientes: Siempre que se trabaje con machuelos o troqueles se deben usar anteojos protectores. Los fragmentos de metal que saltan cuando se hacen las roscas tienen mucho filo, de modo que no los quite con la mano, sino con un cepillo o alguna otra cosa similar. Cuando haya utilizado un aceite para cortar metales, limpíese bien las manos. Ciertos aceites son perjudiciales para la piel. En caso de que se corte, consulte a un doctor. Si no se atienden en forma debida, las infecciones pueden hacerle mucho mal. Asegúrese de que el material esté bien sujeto. Si se rompe uno de los machuelos, maneje los pedazos como si fueran de vidrio, pues tiene mucho filo.

Accesorios

Además de las herramientas manuales, el técnico en refrigeración y aire acondicionado necesita varios otros artículos. Unos sirven durante muchos años, mientras que otros hay que cambiarlos de vez en cuando. A continuación le damos una lista de accesorios que le convendría tener en su caja de herramientas:

- Desforrador o pelador de alambres
- Calibre para alambres

- Calibre para brocas
- Luz de suspensión
- Lata de aceite
- Cable para extensiones
- Nivel
- Impulsor de tuercas
- Serrucho de través
- Escoplo para madera
- Estopa de acero y almohadillas para limpieza
- Solvente limpiador (que no sea peligroso)
- Rollos de cinta aislante y de cinta de hule
- Compuesto sellador para roscas de tubería

Herramientas del taller

Hay un par de herramientas que posiblemente se utilicen con regularidad en el campo de la refrigeración y el aire acondicionado o posiblemente no. Se trata de las esmeriladoras y de los tornillos de banco. Algunos técnicos los instalan en sus camiones de servicio, mientras que otros los tiene en su taller o en su casa.

Esmeriladora de banco. Este es un aparato que hace girar una rueda abrasiva contra una pieza determinada, para quitarle el material sobrante. También se utiliza para afilar herramientas, y se puede usar para quitar del extremo de los cinceles el material "desbordado". La esmeriladora de banco se puede usar igualmente para el terminado de superficies delicadas, cuando la tolerancia es muy pequeña.

Las esmeriladoras pueden ser muy peligrosas cuando no se sabe cómo utilizarlas correctamente. El operario debe usar siempre una guarda y anteojos protectores.

Por lo general, las esmeriladoras de superficie vienen con un soporte, que se debe montar a una distancia no menor de 1/16 de pulgada de la rueda. De esta manera se evita que la herramienta se atore entre la rueda y el soporte. Es necesario que la rueda gire correctamente y que esté bien balanceada en la flecha. Se debe utilizar un rectificador de ruedas para devolverle a la rueda su redondez y aspecto vidriado.

Tornillo de banco. El tornillo de banco se utiliza para sujetar los objetos en los que se está trabajando. Se debe montar bastante retirado de la orilla del banco, de manera que permita trabajar tanto en piezas chicas como en piezas grandes.

La base del tornilo es sólida, y nada más. No tiene movimiento. Pero el banco de base giratoria puede dar vueltas, y el tornillo de bancos pequeños se utiliza para sujetar piezas pequeñas. Para sujetarlas, se le da vuelta a un mango, el cual hace girar un tornillo que ejerce la presión necesaria sobre el objeto. Nunca se debe golpear el mango del tornillo con un martillo, ni con ninguna otra herramienta.

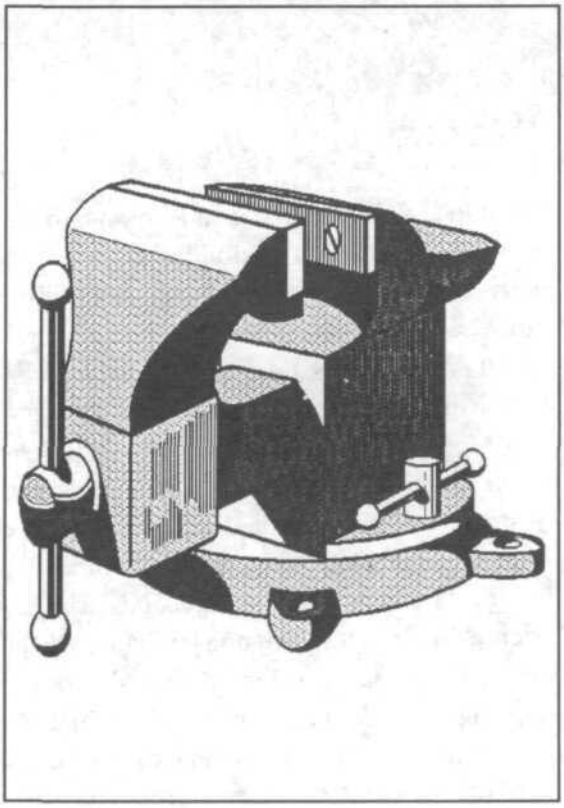


Figura 14-37. Tornillo de banco.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Los _ _ manuales estándar, que tienen un diámetro superior a 1/4", se hacen en juego de tres.

2. Para realizar la operación de machuelar debe asegurarse de que el machuelo esté bien afilado y de usar suficiente_____.

3. Hay dos tipos de troqueles ajustables: el troquel_____y el de dos partes.

4. La _ _ es un aparato que hace girar una rueda abrasiva contra una pieza determinada para quitarle el material sobrante.

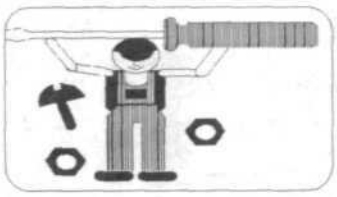
5. Los tornillos de banco se utilizan para_____los objetos en los que se está trabajando.

Respuestas

1. machuelos 2. aceite soluble 3. redondo 4. esmeriladora de banco 5. sujetar

Resumen

Cuando concluya usted esta lección conocerá las herramientas manuales básicas que debe conocer el técnico de refrigeración y aire acondicionado, aunque no sean herramientas especiales de esta industria. Sabrá las distintas clases de destornilladores y su uso. Conocerá lo qué es una llave de tuercas y sus trece tipos distintos: llaves de cubo, destornilladores articulados, barras de extensión, manerales para trabajo rápido, llaves de bocas estrelladas, etc. Estará al corriente de lo que son unas pinzas, de las clases de pinzas que hay, de sus diferentes aplicaciones, y cómo cuidarlas. También sabrá los principales tipos de martillo: de bola, almádena o marro, de uña, remachador y blando. Conocerá la naturaleza y aplicaciones de cinceles, punzones y palancas, y su importancia en la industria. Identificará por lo menos cuatro tipos diferentes de limas (planas para sierra, de mecánico, escofina y de diente curvo), y los tres tipos de taladro (recto, acodado y portátil), así como sus distintos usos. Sabrá que los micrómetros se emplean para medir el exterior y el interior de los objetos, como los compases; así como su uso respectivo. Estará ya capacitado para hacer roscas y manejar los tres tipos de machuelos: el cónico, el paralelo y el cilindrico; y los troqueles, tanto el redondo como el de dos partes. Comprenderá la importancia y utilidad de la esmeriladora y del tornillo de banco, las célebres herramientas del taller y, posiblemente, de su casa.



Tareas prácticas

Conocimiento de las partes del micrómetro de exteriores y manejo del mismo

Materiales que usted necesitará

- Un micrómetro de exteriores de O a 1"
- Papel y lápiz

Información previa

Los micrómetros son herramientas de precisión empleadas para efectuar mediciones exactas. Comúnmente están graduados en milésimas de pulgada (0.001"). Sin embargo, algunos tienen una escala de Vernier en su cuerpo, lo cual permite obtener medidas hasta de una diezmilésima de pulgada.

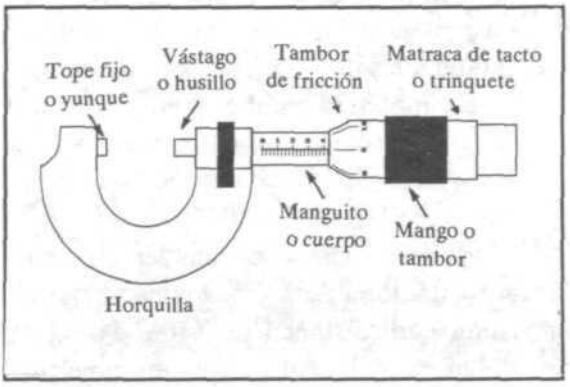
Los micrómetros se fabrican en diferentes tamaños. Hay algunos de hasta 60", pero el más común es el de 1". Con este último se pueden hacer medidas desde 0.001" hasta 1". Todos los micrómetros tienen un alcance de 1". Es decir, un micrómetro de 5" mide desde 4" hasta 5". Los micrómetros van de pulgada en pulgada.

Lo que usted deberá hacer

En primer lugar, verificará las partes principales de un micrómetro, y posteriormente realizará ejercicios con el mismo.

Procedimiento

1. Estudie cuidadosamente el dibujo del micrómetro que se le presenta, y lea la explicación de cada una de sus partes.



La horquilla en forma de U mantiene unidas todas las partes del micrómetro. El tope fijo es la cara fija que se usa para medir. El vastago es la cara movible usada para medir. Girando el tambor, se mueve el vastago, lo que hace aumentar o disminuir la distancia entre el tope fijo y la cara del vastago. El manguito (también llamado el cuerpo) está graduado en 40 divisiones iguales, cada una de las líneas con un valor de 0.025" (25 milésimas de pulgada). El tambor tiene 25 divisiones iguales alrededor de su circunferencia, cada una con un valor de 0.001" (una milésima de pulgada). La matraca de tacto o trinquete, que está al final del tambor, se usa para asegurar una medición exacta y para evitar que se aplique excesiva presión al micrómetro. El tambor de fricción tiene el mismo propósito que la matraca de tacto.

2. Una vez que haya identificado cada una de las partes de su micrómetro, apréndase bien los nombres, así como su finalidad.

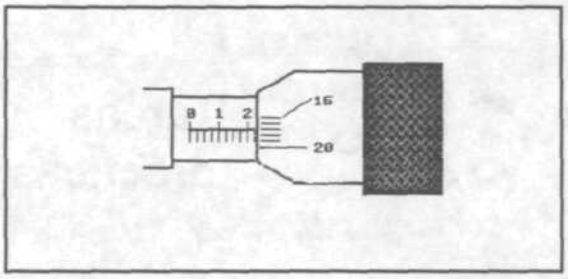
3. Ahora lea atentamente la información siguiente sobre la lectura de un micrómetro. "Hay 40 hilos por pulgada en el cuerpo del micrómetro. Por consiguiente, una vuelta completa aumenta o disminuye la distancia entre las caras 1/40"

o sea 0.025". Si el micrómetro está cerrado completamente, hasta que la marca del cero en el tambor está frente a la línea del centro en el cuerpo, y entonces se hace girar el tambor una vuelta completa en sentido contrario al de las manecillas del reloj, se notará que aparece una línea en el cuerpo. Como una línea en el cuerpo nos indica 0.025", si se ven 3 líneas el micrómetro estará abierto 3X0.025"=0.075".

Cada cuarta línea es más larga que las otras y está numerada. Cada línea numerada nos indica una distancia de 0.100". Por ejemplo, el número 4 en el cuerpo nos indica una distancia de 4X0.100"=0.400" entre las superficies de medición.

El tambor tiene 25 divisiones iguales alrededor de su circunferencia, cada una de ellas igual a 0.001". Para leer el micrómetro, fíjese en el último número que se vea en el cuerpo y multiplíquelo por 0.100"; multiplique también el número de pequeñas líneas visibles después de ese número, por 0.025", y agregue el número de divisiones del tambor desde cero a la línea que coincide con el centro o línea índice en el cuerpo".

4. Efectúe la lectura de la figura siguiente:



Solución:

Número 2 en el cuerpo	2X0.100=0.200
Una línea después del número 2	1X0.025=0.025
17 divisiones desde el cero en el tambor	17X0.001=0.017
Lectura total	0.242

Conclusiones

Durante el desarrollo de su trabajo como técnico de servicio, muchas veces tendrá que efectuar mediciones precisas y, por consiguiente, recurrir a un micrómetro, la mejor herramienta para ello. A fin de conservarlo en perfectas condiciones, deberá cuidarlo como se indica en esta lección. Un instrumento de este tipo vale bastante y efectúa un trabajo de precisión indispensable. .'Mucho cuidado con él

-y después, ¿qué sigue?

¿Qué constituye el equipo especial de instalación y servicio del técnico de refrigeración y aire acondicionado? ¿Qué es un indicador compuesto y para qué sirve? ¿Cómo se detecta una fuga de refrigerante y con qué? ¿Para qué sirve un termógrafo? ¿Qué es un psicrómetro motorizado y qué se hace con él? ¿Qué son los peines de aletas? ¿Cómo se mide la velocidad del aire? ¿Qué es un analizador hermético? ¿Para qué se emplea un empatador manual y qué es? ¿Qué importancia tiene la medición para el técnico de refrigeración y aire acondicionado? ¿Qué es una escuadra de combinación?

Examen

INSTRUCCIONES: Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta que usted considera correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso. Escoja una sola respuesta para cada pregunta. Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.

l. Los destornilladores más populares son

a. punta phillips.
b. cabeza de gancho.
c. hoja recta.
d. de talón.

2. Siempre que haya suficiente espacio alrededor de una tuerca o un perno, es conveniente utilizar

a. unas pinzas.
b. llave de cubo.
c. destornillador de mango articulado.
d. destornillador.

3. Para trabajar con tuercas o pernos de tamaño poco común se utiliza

a. llave Allen.
b. llave de estrías.
c. llave perica.
d. llave española.

4. Para trabajar con las válvulas de servicio se debe utilizar

a. llaves para tubos.
b. llave perica.
c. llave Alien.
d. llave para el vastago de las válvulas de servicio.

5. Para sujetar, cortar, doblar o quitar diferentes objetos se utilizan

a. pinzas.
b. llaves Allen.
c. llave para tubos.
d. llave perica.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón, correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L414

6. El tipo de martillo que tiene una cabeza plana para martillar y una redonda para remachar es

a. martillo de carpintero.
b. martillo de bola.
c. marro.
d. almádena.

7. El tipo de herramienta que tiene un extremo largo y puntiagudo y se utiliza sobre todo para marcar los sitios para las perforaciones es

a. punzón para centrar.
b. punzón botador.
c. punzón mandril.
d. punzón de marcar.

8. La lima que se usa para afilar y para trabajos de terminado es

a. lima plana para sierra.
b. limas escofina.
c. lima de mecánico.
d. limas de diente curvo.

9. Para medir el exterior y el interior de los objetos se utiliza:

a. tope de trinquete.
b. tornillo de banco.
c. micrómetro.
d. nivel.

10. El aparato que hace girar una rueda abrasiva contra una pieza para quitarle el material sobrante es

a. troquel.
b. compás.
c. esmeriladora de banco.
d. serrucho de través.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

Nos clasifica el trabajo que hacemos

Sócrates, el gran filósofo griego, decía: "no tan sólo está desocupado quien nada hace, sino aquél que pudiera estar mejor empleado ".

Ciertamente, cuando una persona se dedica a una labor sin importancia, cuando podría desempeñar tareas de mayor responsabilidad y valor, puede decirse que está perdiendo su tiempo y gastando lamentablemente sus energías. Automáticamente se coloca en un nivel más bajo del que le pertenece.

Nunca debemos estar conformes con nuestra posición o con lo que sabemos. Estudiemos y perfeccionémonos, para así estar en aptitud de desempeñar cometidos de verdadera valía y colocarnos en un plano intelectual, moral y material más elevado.

RALPH HEMPHILL

SISTEMAS DE
Refrigeración
Y AIRE
ACONDICIONADO

CONTENIDO

Introducción....4

1. Equipo especial para servicio e instalaciones....4
2. Resumen....22
3. Tareas prácticas....22
4. Examen..., ...25

Equipo especial para servicio e instalaciones

L415-6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 4

Equipo especial para servicio e instalaciones, 4

- Indicadores, 4
  - Múltiples del indicador de la refrigeración, 4
  - Indicadores compuestos, 4
  - Indicador de presión (o manómetro), 5
  - Manguera de carga, 5
- Detectores de fugas, 5
  - Detector de fugas de haluro, 5
  - Detectores electrónicos de fugas, 6
- Termómetros, 6
  - Termómetro de tallo de vidrio, 6
  - Termómetro de tallo y carátula, 6
  - Termocupla, 6
  - Termógrafo, 6
  - Termómetros registradores, 7
- Higrómetros, 7
  - Psicrómetro, 8
  - Higrómetro de pared, 8
  - Psicrómetro motorizado, 9
- Medidor de BTU's, 9
- Manómetros, 9
  - Manómetro de agua en declive, 9
  - Limpiadores de tubos capilares, 9
- Unidades de carga rápida, 10
- Cilindros de carga, **10**
- Estación de carga, **10**
- Bombas de vacío, **11**
- Instrumento de alto vacío, **11**
  - Bomba para cargar aceite en el compresor, **11**
  - Juego de válvulas herméticas de servicio, **11**
  - Cepillos para ajustes, **12**
  - Peines de aletas, **12**
- Instrumentos de medición de la velocidad del aire, **12**
- Equipos de soldadura, **12**
  - Pistola de soldador, **12**
  - Soplete de gas propano, **13**
  - Equipo aeroacetilénico, 13
  - Equipo de soldadura oxiacetilénica, **13**

Equipo electrónico para pruebas, **13**
Multiprobador de voltios y ohms, **13**
Amperímetro de CA de gancho, 13
Wattímetro, 14
Analizador de capacitores, 14
Analizador de temperatura, 14
Medidor de mieras, 15
Milivoltímetro, 15
Probador de termostatos, 16
Analizador hermético, 16
Analizador del potencial de los relevadores, 16
Herramientas manuales para hojas metálicas, 16
Cortador de agujeros ciegos, 16
Muescador manual, 16
Empatador manual, 17
Remachadora, 17
Tijeras de hojalatero, 17
Tijeras de mordaza, 17
Tijeras de combinación, 17
Mediciones, 17
Instrumentos de medición (con el sistema inglés), 18
Reglas de acero, 18
Reglas plegables o de zig zag, 18
Escuadras de combinación, 19
Cintas de acero, 19
Reglas circulares, 19
Cómo usar los instrumentos de medición, 19
Dimensiones, 19
Mediciones de longitud, o lineales, 19
Mediciones de área, 20
Mediciones de volumen, 20
Resumen, 22
Tareas prácticas:
Identificación de las partes de un equipo de oxiacetileno, 22
Examen, 25

Introducción

La constante dinámica de la industria de refrigeración y aire acondicionado requiere técnicos de servicio bien capacitados para que respondan adecuadamente a la demanda del mercado.

Por esta razón es importante que usted, que se está preparando como técnico de servicio de alto nivel, cuente con la información necesaria en cuanto al equipo especial que necesitará para dar servicio y efectuar instalaciones.

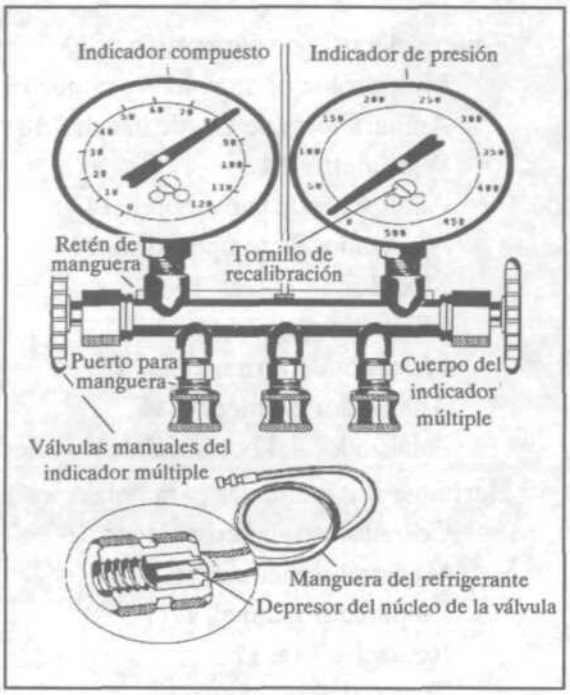
En esta lección le daremos a conocer los diferentes indicadores, los detectores de fugas de refrigerante, los instrumentos de medición de la velocidad del aire y las dimensiones más comunes empleadas en la industria de refrigeración y aire acondicionado, entre otros temas.

La información que aquí le proporcionamos es de suma importancia para usted en su trabajo como técnico calificado, así que lo invitamos a que ponga un extremo cuidado en el estudio de esta lección.

Hemos suprimido el tema Definiciones y descripciones, porque toda la lección constituye una relación de definiciones y descripciones.

Equipo especial para servicio e instalaciones

El técnico en refrigeración y aire acondicionado debe conocer cómo utilizar los instrumentos e indicadores que sirven para medir las presiones y temperaturas de los equipos. Los instrumentos más comunes son los termómetros, los manómetros (indicadores de presión) y los vacuómetros (indicadores de vacío).



Figuras 15-1. Indicador múltiple.

Indicadores

MÚLTIPLES DEL INDICADOR DE LA REFRIGERACIÓN. Es posible que éste sea, entre todos los instrumentos de la caja de herramientas, el que más se utiliza. El indicador múltiple se compone de un indicador compuesto, un indicador de presión, una manguera de carga y un múltiple de válvulas (Figura 10B.1). Todas las operaciones con el refrigerante, el aceite lubricante y la evacuación se verifican con este instrumento.

INDICADORES COMPUESTOS. Con los indicadores compuestos se mide la presión, tanto arriba como abajo del nivel atmosférico. Los indicadores funcionan de acuerdo con la acción del tubo de Bourdon (según se muestra en la Figura 15-2). Cuando aumenta la presión dentro del tubo, el elemento se endereza. Cuando la presión disminuye, el elemento comienza a curvarse otra vez. El tubo de Bourdon es un tubo metálico aplanado y sellado por un extremo. El otro extremo es curvo, y está soldado para los accesorios de presión. Cuando el elemento

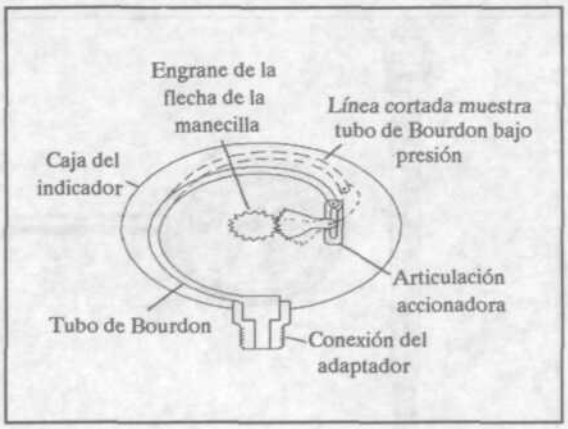


Figura 15-2. Principio del tubo de Bourdon.

se mueve, jala las articulaciones que están unidas a la manecilla mediante un juego de engranes. Esto es lo que produce una lectura en el indicador.

Hay un indicador compuesto especial, conocido como Indicador Compuesto de Retraso, con el que se pueden obtener lecturas precisas dentro de cierto rango. En el caso de la refrigerción y el aire acondicionado, dicho rango sería de entre cero y 100 psi (0-7.03 kg/cm^2).

INDICADOR DE PRESIÓN (O MANÓMETRO). Los indicadores de presión se utilizan para determinar qué presión tiene el lado de alta de un sistema. La escala exterior se mide en psi (libras por pulgada cuadrada) y la escala interior indica las temperaturas de distintos tipos de refrigerantes. Hay manómetros que no están hechos para trabajar por abajo de la presión atmosférica normal. Para evitar que se dañen, hay que tener cuidado al evacuar el refrigerante. Ver más adelante el epígrafe sobre *Manómetros.*

MANGUERA DE CARGA. Las mangueras de carga se utilizan para conectar los manómetros con el múltiple. En cada extremo, tienen un ensanche de 1/4 de pulgada (6mm). Por lo general, en uno de los extremos se conecta un núcleo de válvula para unir las válvulas a los manómetros. Las mangueras de carga están diseñadas para una presión de trabajo de 500 psi (35.15 kg/cm^2) y una presión límite promedio de 2,000 psi (140.6 kg/cm^2). Los múltiples de válvulas tienen muchas aberturas, que le permiten distintas funciones al equipo de refrigeración y aire acondicionado.

Utilizando correctamente las válvulas manuales, es posible casi cualquier función. Cuando todas las válvulas están apretadas, los manómetros indican la presión que tiene la manguera. Por lo general, la manguera del centro está unida a una bomba de vacío, a un cilindro de refrigerante o a un recipiente de aceite.

Detectores de fugas

DETECTOR DE FUGAS DE HALURO. Este es un instrumento que puede detectar fugas de refrigerante. Se utiliza con gas acetileno o gas propano. El aparato se prende y su flama calienta un disco de cobre. El extremo de la nariz se coloca encima o a un lado de las uniones donde se cree que existen fugas. Cuando hay una fuga, el refrigerante es ab-

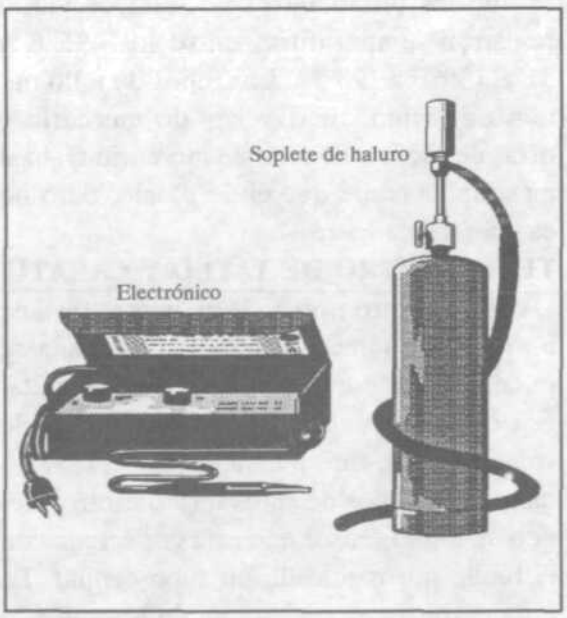


Figura 15-3. Detectores de fugas.

sorbido por la manguera y entra en contacto con el disco. Entonces, el refrigerante se descompone y cambia el color de la flama. La flama cambia su color según sea el volumen de la fuga.

DETECTORES ELECTRÓNICOS DE FUGAS. Estos detectores cuentan con un elemento que detecta los gases halógenos. También tienen una bomba con la que absorben la mezcla de gas y aire. A medida que la sonda se acerca a la fuga, se escucha un silbido cada vez más fuerte. Los detectores electrónicos de fugas vienen en varios rangos de sensibilidad.

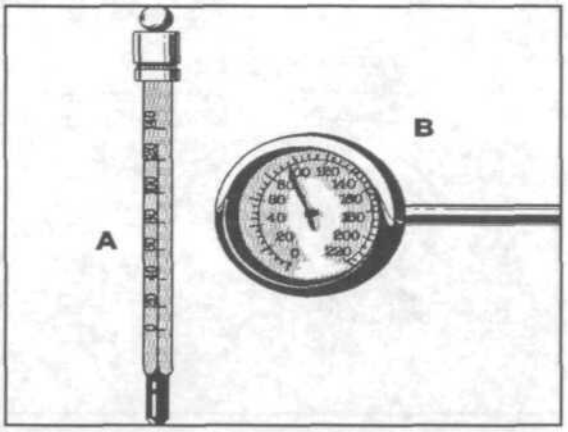


Figura 15-4. Termómetros de tallo de vidrio *(A)* y de tallo y carátula *(B).*

Termómetros

Los termómetros se utilizan para registrar las temperaturas del evaporador, del gabinete del refrigerador, de la línea del líquido, de la línea de succión y de la unidad condensadora. Hay una gran variedad de termómetros.

TERMÓMETRO DE TALLO DE VIDRIO. Este popular tipo de termómetro, tiene un tallo de vidrio montado en una caja metálica y cabe en cualquier bolsillo. Lo más común es que los termómetros de tallo de vidrio registren temperaturas entre los -35°C y 31°C (30°F a 120°F). Los tubos de tallo tienen un fluido, unas veces de mercurio y otras de plomo. El tubo de mercurio trabaja más rápidamente que el de plomo, pero no es tan fácil de leer.

TERMÓMETRO DE TALLO Y CARÁTULA. Este es otro tipo de termómetro fácil de usar. El termómetro de tallo y carátula se puede operar por medio de una tira bimetálica o de un fuelle cargado con un fluido volátil (o sea, que pueda vaporizarse fácilmente). Algunos de estos termómtetros tienen un bulbo sensor que está conectado con el fuelle por medio de un tubo capilar. La temperatura que registra va de los -40°C a los31°C(-40°F a l20°F).

Los termómetros de tallo y carátula se pueden utilizar para tomar la temperatura de un tubo. Para ello, basta con sujetarlos en el tubo con un par de resortes.

Existen otros dos tipos de termómetros, que funcionan con corriente eléctrica, el termocupla y el termógrafo.

TERMOCUPLA. El termómetro termocupla termopar se puede utilizar tanto para medir la temperatura como para hacer funcionar controles. El principio en que se basa es que, cuando se tocan dos tipos distintos de metal, generan una pequeña cantidad de voltaje que cambia conforme cambia la temperatura. Conectando el termocupla con un medidor, se puede leer el voltaje y determinar así la temperatura.

TERMÓGRAFO. El termógrafo es un semiconductor de estado sólido que va reduciendo la corriente que pasa por él conforme aumenta la temperatura. El cambio de resistencia es de alrededor del tres por ciento de cada grado Fahrenheit que cambia la temperatura. Hay termógrafos especiales que cambian de la resistencia baja a la resistencia alta dentro de sólo dos grados.

Los termógrafos tienen diversas aplicaciones. Las que interesan aquí son:

- Para el control de circuitos electrónicos operados mediante temperatura.
- Para medir temperaturas.
- Para hacer que deje de funcionar un motor eléctrico si se calienta demasiado.
- Para controlar la unidad descongelante de una máquina de refrigeración.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V si considera verdadera la afirmación, o la letra F *si la considera falsa.*

1.	El indicador de presión se compone de un indicador compuesto, un indicador de presión, una manguera de carga y un múltiple de válvulas.	F	V
2.	Los indicadores de presión se utilizan para determinar qué presión tiene el lado de alta de un sistema.	F	V
3.	El detector de fugas de haluro es un instrumento que puede detectar fugas de aceite.	F	V
4.	El termómetro de tallo de vidrio se puede operar por medio de una tira bimetálica o de un fuelle cargado con un fluido volátil.	F	V
5.	El termógrafo es un semiconductor de estado sólido que va reduciendo la corriente que pasa por él conforme aumenta la temperatura.	F	V

Respuestas

1. V 2. V 3. F (El detector de haluro puede detectar fugas de refrigerante). 4. F (El termómetro de tallo de vidrio tiene un fluido, unas veces de mercurio y otras de plomo). 5. V

TERMÓMETROS REGISTRADORES. En ocasiones, se necesita registrar las temperaturas durante un periodo de tiempo prolongado, tal vez por un día, tal vez por toda una semana. Hay algunos instrumentos registradores muy costosos, hechos para trabajos muy complicados. Y hay otros de tamaño pequeño y portátiles, que se pueden usar fácilmente en todas partes. Hay registradores eléctricos y de viento, operados manualmente. Los termómetros registradores proporcionan un registro permanente del funcionamiento de un sistema. Con ellos, el técnico no necesita adivinar cuáles deben ser las condiciones de operación del sistema, o cuáles son las causas de los problemas que se presentan.

Higrómetros

La medición de la humedad existente en los distintos sitios en que se instalan o atienden equipos de refrigeración y aire acondicionado es un proceso bastante sencillo, siempre

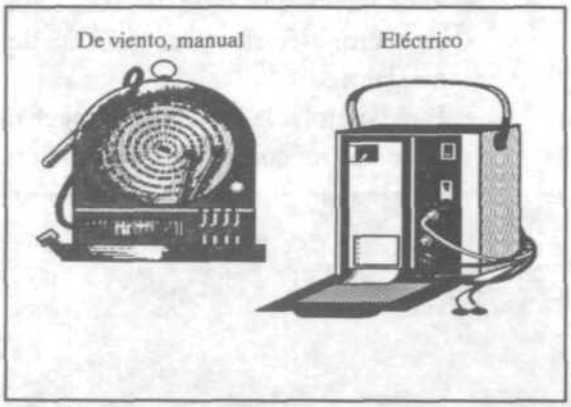


Figura 15-5. Termómetros registradores.

y cuando se utilice el instrumento apropiado. Los higrómetros miden la humedad, la cual se puede convertir en humedad específica o humedad relativa consultando las tablas y gráficas del caso.

PSICRÓMETRO. El psicrómetro es el más sencillo de los instrumentos para medir la humedad. Este instrumento se compone de dos termómetros estándar montados en una delgada estructura, que se hace girar en el aire. Uno de los termómetros se conoce como termómetro húmedo (o de bulbo húmedo); se cubre con una mecha y se satura de agua antes de hacerlo girar. El otro es el termómetro seco (o de bulbo seco). Este termómetro no tiene mecha. Ambos termómetros se deben igualar cuidadosamente, para obtener una lectura correcta en condiciones de bulbo seco.

El psicrómetro se hace girar en el aire y, a medida que se presenta la evaporación en la mecha húmeda, la temperatura de ésta y la lectura del bulbo húmedo disminuyen. Se le sigue dando vueltas al psicrómetro hasta obtener la lectura más baja posible. Una vez terminado este proceso, se obtiene la llamada depresión del bulbo húmedo, que es la diferencia entre las lecturas de los dos termómetros.

La depresión del bulbo húmedo cambia al variar la humedad porque, cuando hay una gran cantidad de agua en el aire, es menor la evaporación del agua del bulbo húmedo. Por lo tanto, la temperatura del termómetro húmedo de bulbo húmedo no puede bajar mucho. Por otra parte, si hay poca humedad, se evaporará mucha del agua del bulbo húmedo, y aumentará la depresión correspondiente.

Para determinar la humedad relativa, se debe calcular la depresión del bulbo húmedo y compararla con la gráfica de la humedad.

HIGROMETRO DE PARED. Otro instrumento que se utiliza para determinar la humedad relativa es el higrómetro de pared. Este es parecido al psicrómetro de bulbo húmedo y bulbo seco, pero no se le dan vueltas en el aire.

Los higrómetros de pared se deben colocar en un punto en el que les dé directamente una corriente de aire. Estos instrumentos son más usados por los meteorólogos que por los técnicos de refrigeración y aire acondicionado. Hay también los llamados medidores de humedad relativa o guías de la humedad, que son instrumentos de lectura directa. Por lo general, su elemento activo es un pelo de la crin del caballo, y su longitud varía de acuerdo con el cambio de la humedad relativa. El pelo está conectado con una manecilla que se desplaza por una

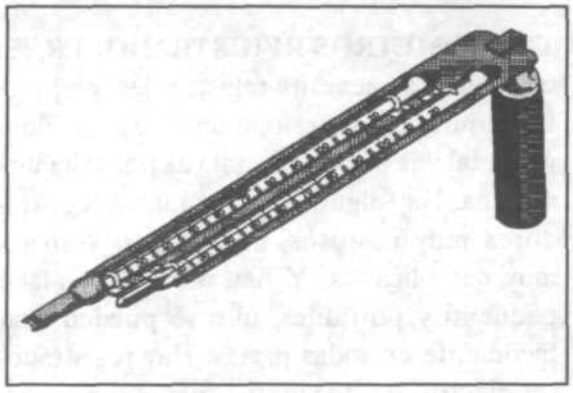


Figura 15-6. Psicrómetro.

carátula calibrada de manera que indique directamente el porcentaje de humedad relativa en el aire ambiente. La lectura de este termómetro es fácil, pero no es tan exacta como la del psicrómetro.

PSICRÓMETRO MOTORIZADO. Los psicrómetros motorizados se utilizan de la misma manera que los psicrómetros regulares, y se prefieren cuando es necesario tomar muchas lecturas durante un periodo de tiempo más prolongado.

Medidor de BTU's

Las reglas de la termodinámica le pueden servir para comprender qué es el calor. Una de estas leyes afirma que el calor no puede ser creado ni destruido. Esto significa que el calor existente en el mundo no fue creado, sino que algo que ya existía se transformó en calor usable. El término utilizado para expesar la cantidad de calor se conoce como la Unidad de Calor Británica, o BTU. Un BTU se define como la cantidad de calor necesaria para aumentar en un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua.

En la industria de refrigeración y aire acondicionado, se presentan ocasiones en las que es necesario conocer los BTUs de un equipo determinado. En tales ocasiones, es muy conveniente tener a mano un medidor de BTUs, el cual es un dispositivo que le indica al técnico la cantidad de BTUs que están siendo generados por el equipo.

Manómetros

El manómetro es otro de los instrumentos utilizados para medir la presión. Se vale de un líquido, generalmente mercurio, agua o aceite de indicadores, para indicar la cantidad de presión existente.

La Figura 15-7A muestra un Manómetro de Tubo en U. Este determina el nivel del vacío mientras se evacúa una unidad de

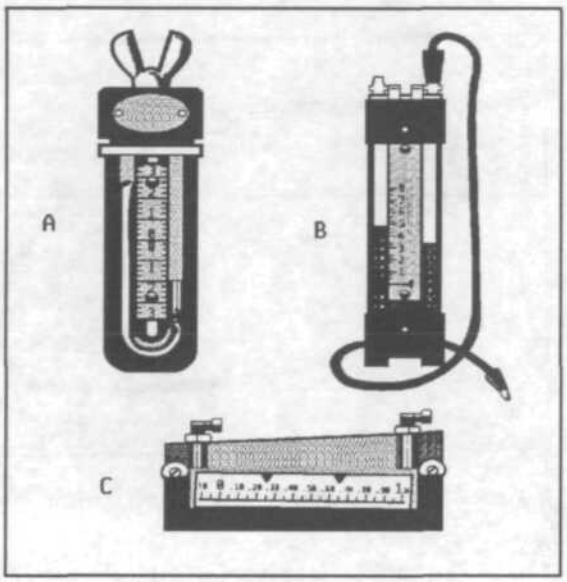


Figura 15-7. Manómetros de tubo en U *(A),* de tubo en U de agua *(B), y* de agua en declive *(C).*

refrigeración. Es exacto hasta alrededor de .5 mm HG ("Hg" es un símbolo de una medición de la presión).

La Figura 15-7B muestra un Manómetro de Tubo en U de Agua. Este determina la presión del gas natural o del gas propano mientras se instala un horno de gas o un equipo de quema de gas, o mientras se da servicio. Para hacer funcionar el manómetro, se conecta el brazo con una fuente de presión atmosférica positiva. Entonces, el agua cambia de nivel. La diferencia indica la cantidad de presión que se está aplicando.

MANÓMETRO DE AGUA EN DECLIVE. Este instrumento sirve para medir la presión del aire en sistemas de presión muy baja. Se utiliza para comprobar el flujo del aire en las unidades de aire acondicionado.

LIMPIADORES DE TUBOS CAPILARES. Los limpiadores de tubos capilares son de gran utilidad para dar servicio a los refrigeradores y a los congeladores de las casas. Como tienen un tamaño muy pequeño, los tubos capilares pueden obstruirse. El limpiador de tubos se conecta al casquete (previamente taponado) del tubo, y luego se aplica una presión de hasta 15,000 psi

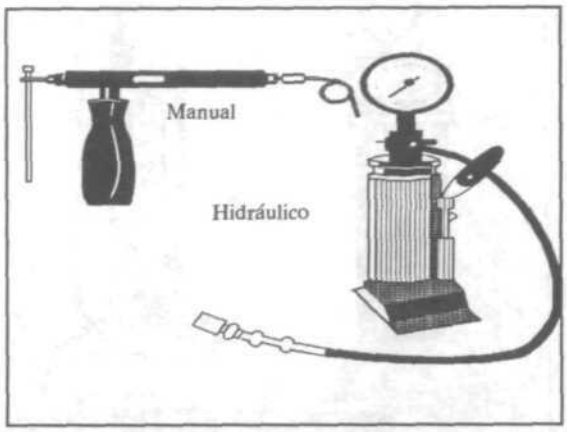


Figura 15-8. Limpiadores de tubos capilares.

(10545 kg/cm2). Esto hace que cualquier cosa que esté causando la obstrucción sea expulsada hacia el evaporador, donde se queda o es apresada por una coladera.

Unidades de carga rápida

Estos instrumentos se utilizan para ahorrarle tiempo al técnico. Según se ha comprobado mediante pruebas, al cargar un aparato el técnico no precisa saber cuánto refrigerante necesita, porque la unidad de carga rápida se lo informa.

El refrigerante líquido se puede cargar directamente por el lado de baja del sistema de refrigeración, de manera segura y correcta. A medida que el líquido pasa por el aparato de carga rápida, se transforma en vapor saturado a una velocidad de flujo inferior a la capacidad del compresor.

Puesto que el refrigerante sale del cilindro en forma de líquido y se expande en la salida del aparato de carga rápida, no ocurre ningún cambio de presión en el cilindro de dicho aparato. Por lo tanto, no es necesario calentarlo.

Cilindros de carga

Los cilindros de carga se utilizan para cargar el sistema en un tiempo mínimo con la cantidad correcta de refrigerante. Después

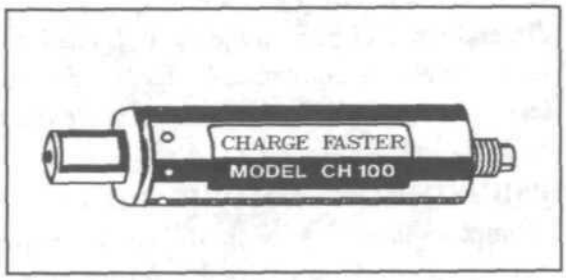


Figura 15-9. Unidad de carga rápida.

de haberse evacuado el sistema, se vierte en éste toda la carga de refrigerante.

Algunos de estos cilindros cuentan con un calentador eléctrico, que les permite acelerar el proceso de descarga. Nunca se deben dejar los cilindros llenos de líquido. Una vez que termine el proceso de cargar, vacíelos. Conserve los cilindros alejados de las flamas y de la luz solar directa.

Estación de carga

Las estaciones de carga tienen el equipo que se utiliza para cargar las unidades, los aparatos electrodomésticos y los aparatos de aire acondicionado de los automóviles.

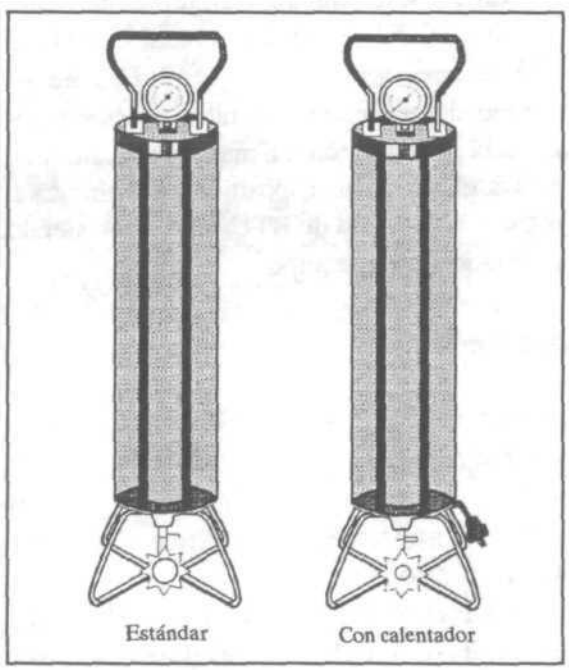


Figura 15-10. Cilindros de carga.

Cada estación se compone de una bomba de vacío, un cilindro de carga, un múltiple, varios indicadores, mangueras y otros instrumentos que son útiles para el proceso de cargar. Así están integradas casi todas las estaciones de los talleres.

Bombas de vacío

Las bombas de vacío se utilizan para bombear los sistemas y extraerles cualquier agua que tengan. Hay bombas de vacío impulsadas tanto por electricidad como por gasolina.

Las bombas pueden ser de una o dos etapas, dependiendo del modelo. La mayoría de las bombas que se utilizan en las obras son portátiles, y tienen agarraderas para cargarlas o carretillas de rodillos.

Se clasifican las bombas de vacío de acuerdo con el volumen de aire libre que desplazan, ya sea en pies cúbicos por minuto o en litros por minuto.

Instrumento de alto vacío

El indicador electrónico de alto vacío ha sido diseñado para medir el alto vacío. Básicamente, es un dispositivo sensible al calor. Tiene o termocuplas o termógrafos que "sienten" la producción y el cambio de la presión. Esta producción se mide en micrones

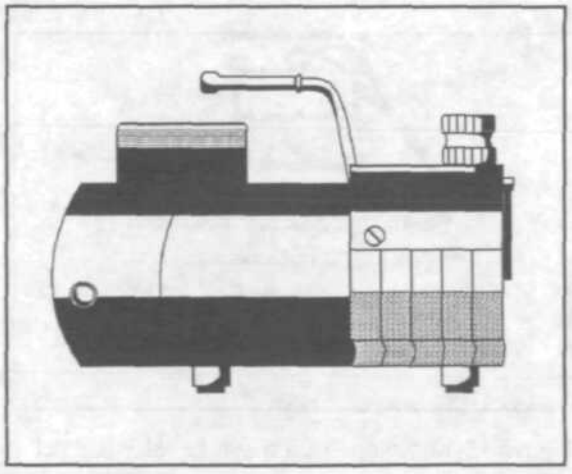


Figura 15-11. Bomba de vacío.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. El psicrómetro es el más sencillo de los instrumentos para medir la_____ _____.

2. El higrómetro de pared se debe colocar en un punto en el que dé_____ _____una corriente de aire.

3. El_____es un instrumento que sirve para medir la presión.

4. El manómetro de agua en declive sirve para medir la presión del aire en sistemas de presión_____.

5. Las_____se utilizan para bombear los sistemas y extraerles cualquier agua que tengan.

Respuestas

1. humedad 2. directamente 3. manómetro
4. muy baja 5. bombas de vacío

BOMBA PARA CARGAR ACEITE EN EL COMPRESOR. Este instrumento se utiliza para cargar los compresores de los aparatos de refrigeración que tienen aceite, sin necesidad de bombear el compresor.

JUEGO DE VÁLVULAS HERMÉTICAS DE SERVICIO. Este juego se utiliza cuando se necesita reparar el sistema sellado del aceite y el refrigerante. Después de colocar

Figura 15-12. Cepillos para ajustes.

en el aparato el adaptador apropiado, el indicador de múltiples se conecta en el otro extremo. El juego de servicio le permite al técnico comprobar la presión del refrigerante y los procedimientos de carga, sin que tenga que cortar tubos o hacer conexiones de condensación

CEPILLOS PARA AJUSTES. Los cepillos para ajustes se utilizan para limpiar el interior de los tubos que van a ser soldados. Como se puede ver en la Figura 15-12, hay una gran variedad de cepillos. Todos se ajustan estrechamente a las uniones de los tamaños correspondientes. Para limpiar las uniones, se hacen girar los cepillos con la mano.

PEINES DE ALETAS. Los peines de aletas se utilizan para enderezar las aletas del condensador y del evaporador que tengan espacios de 8, 9, 10, 12, 14 y 15 aletas por pulgada.

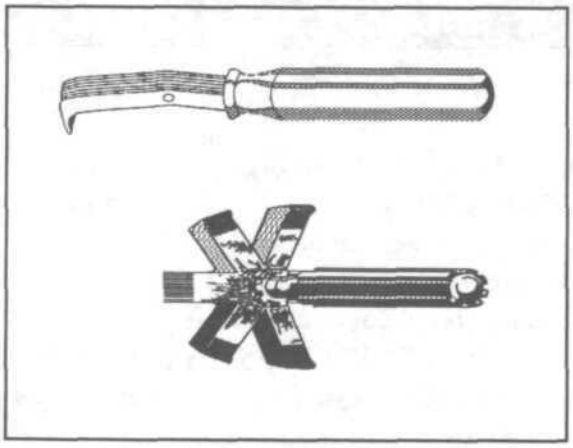


Figura 15-13. Peines de aletas.

Instrumentos de medición de la velocidad del aire

Los instrumentos para medir la velocidad del aire se utilizan con objeto de equilibrar las redes de ductos, verificar los ventiladores, comprobar las cualidades de los fuelles y hacer mediciones de la presión estática. Miden la velocidad del aire en pies por minuto. La Figura 15-14 muestra un equipo para medir la velocidad del aire que puede hacer mediciones de velocidad desde 50 hasta 10,000 pies por minuto (15.24 hasta 3048 m/min). Hay otro tipo de medidor equipado con una microprocesadora que puede hacer hasta 250 mediciones en un ducto o a través de aberturas en las cubiertas. Cuando se necesita, muestra la velocidad promedio del aire y la lectura de la temperatura.

Equipos de soldadura

Todos los técnicos en refrigeración y aire acondicionado deben tener una máquina de soldar y una pistola de soldador. Se pueden escoger entre una gran variedad de tamaños, estilos y calidades.

PISTOLA DE SOLDADOR. Estas pistolas se utilizan para soldar conexiones eléctricas. Sin embargo, no sirven para soldar tubos porque no producen suficiente calor.

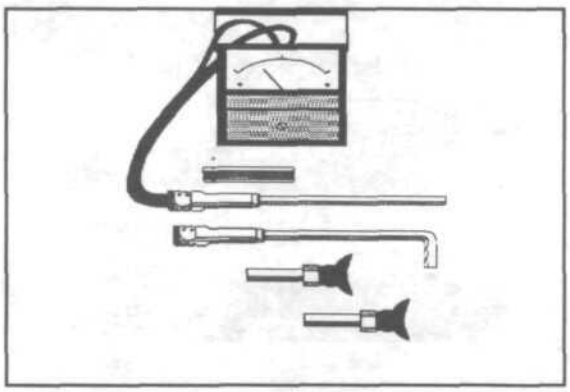


Figura 15-14. Equipo para medir la velocidad del aire.

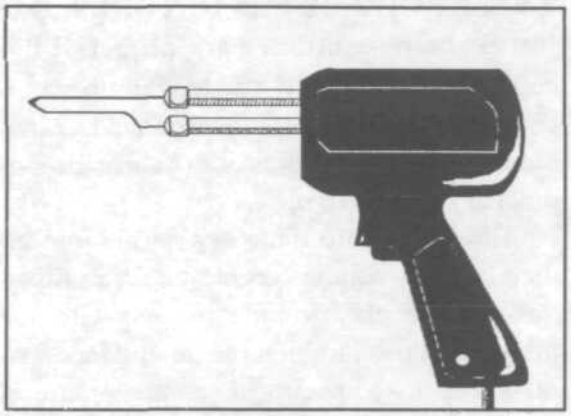


Figura 15-15. Pistola de soldador.

SOPLETE DE GAS PROFANO. Este soplete de gas tiene un tanque desechable y es fácil de usar. La ñama se ajusta con facilidad. El soplete se puede utilizar para muchos trabajos.

EQUIPO AEROACETILENICO. Los equipos aeroacetilénicos producen el calor necesario para hacer diversas soldaduras. Hay un soplete al que se le pueden conectar muchas puntas de distintos tamaños. También tienen un regulador, una manguera y un tanque de acetileno.

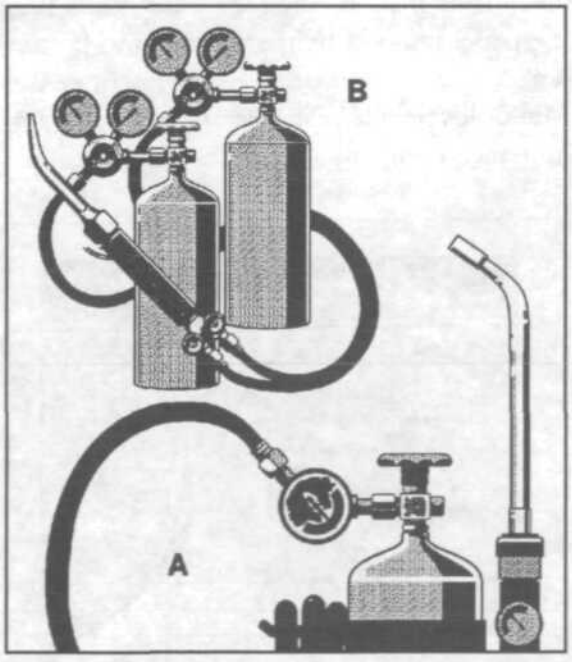


Figura 15-16. Equipos de soldadura aeroacetilénica *(A) y* oxiacetilénica *(B).*

Estos equipos utilizan dos tipos de tanques de acetileno y un tanque de oxígeno. Por lo general, el acetileno de los tipos MC y B se usa con el tanque de oxígeno R. Los tanques desechables se usan cuando se necesitan temperaturas bajas.

EQUIPO DE SOLDADURA OXIACETILENICA. Este el equipo de soldar más popular en la industria de refrigeración y aire acondicionado. Es portátil, práctico y económico. El equipo consiste en un soplete, reguladores, mangueras, tanques de oxígeno y tanques de acetileno. Cuando estos dos gases se mezclan en la proporción debida, se produce una flama muy caliente.

Equipo electrónico para pruebas

MULTIPROBADOR DE VOLTIOS Y OHMS. Este instrumento eléctrico mide el voltaje, la resistencia y la corriente. Tiene numerosos rangos en cada modalidad. Está disponible en varios tipos, rangos y cantidades. Los resultados se pueden leer de dos maneras: por medio de una carátula regular (analógica) y por medio de una lectura digital, como se muestra en la Figura 15-17.

AMPERÍMETRO DE CA DE GANCHO. El amperímetro de CA es un medidor muy importante para el técnico en refrigeración y

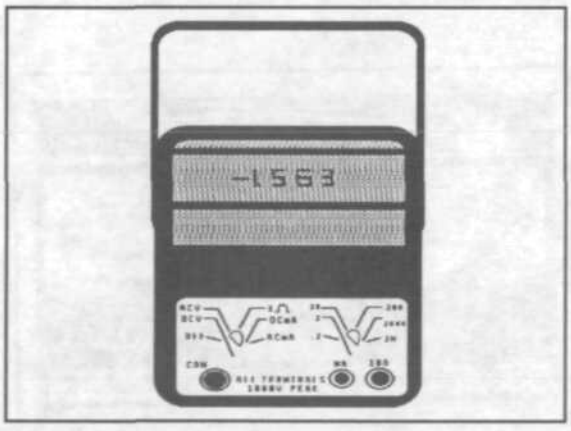


Figura 15-17. Miliamperímetro de voltios y ohmios, de lectura digital.

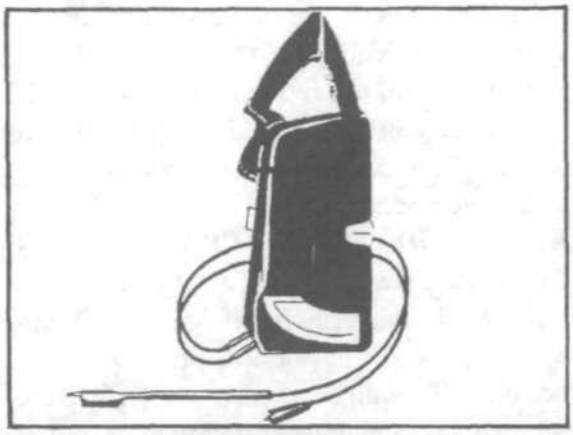


Figura 15-18. Amperímetro de CA de gancho.

aire acondicionado. Hay amperímetros diseñados para medir el voltaje y la resistencia con unas sondas especiales. Si no se tiene un amperímetro de gancho, entonces es necesario interrumpir el circuito para colocar en él el medidor. En cambio, con estos instrumentos se puede poner el gancho alrededor del cable o el alambre, para leer los amperes.

WATTIMETRO. Para determinar el wataje de un aparato y el wataje total que consume, se puede utilizar un medidor de watts. Hay que cerciorarse de usarlo en el rango más alto posible. Al poner en marcha un motor, el wataje más alto es el inicial, inmediatamente después de ser puesto en marcha. Una vez que el aparato esté funcionando, se puede utilizar la escala apropiada para obtener los watts consumidos.

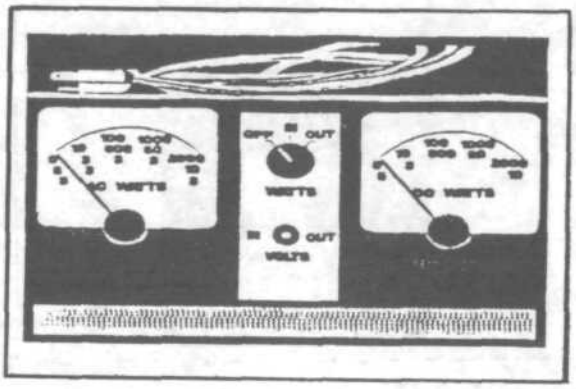


Figura 15-19. Wattímetro.

ANALIZADOR DE CAPACITORES. Este instrumento se utiliza para probar si hay capacitores abiertos o que tengan un cortocircuito, así como para determinar la capacidad de microfaradios y el factor de potencia.

El instrumento tiene una escala que indica tanto el voltaje con el que será utilizado como la clasificación del capacitor en microfaradios. También puede utilizarse para probar los capacitores, tanto durante el arranque como durante el funcionamiento normal del aparato de que se trate.

ANALIZADOR DE TEMPERATURA. La mayoría de los analizadores de temperatura electrónicos tienen cables conductores de resistencia térmica que se utilizan para medir temperaturas inferiores a 95°C (203°F). El medidor lleva conectados unos cables, que no se deben modificar. En caso de que no funcionen en forma debida, hay que reemplazarlos. Con estos cables conductores se pueden hacer mediciones de temperatura en muchos puntos distintos sin afectar el ciclo normal de funcionamiento.

Los analizadores de temperatura están hechos de manera que registren en una hoja de papel tanto la temperatura como la hora en la que fue tomada. Estos instrumentos son útiles para localizar los problemas intermitentes relacionados con la temperatura.

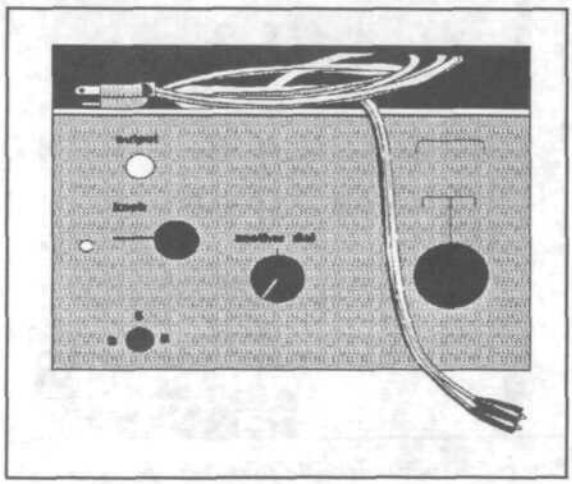


Figura 15-20. Analizador de capacitores.

MEDIDOR DE MICRAS. Cuando se necesita una indicación exacta del vacío existente en un sistema, el instrumento que se utiliza casi siempre es un medidor de mieras. Los medidores de mieras están hechos para medir la última parte de una pulgada de vacío. Esta medición se expresa en mieras. Hay 25,400 mieras en una pulgada.

MILIVOLTIMETRO. Esteinstrumentose utiliza para medir el voltaje en milésimas de un voltio de CC (corriente continua). En el campo de la refrigeración y el aire acondicionado, se usa para medir la producción de voltaje de las termocuplas de los dispositivos pilotos de seguridad. Con el empleo de un adaptador, se puede verificar la termocupla en condiciones de carga.

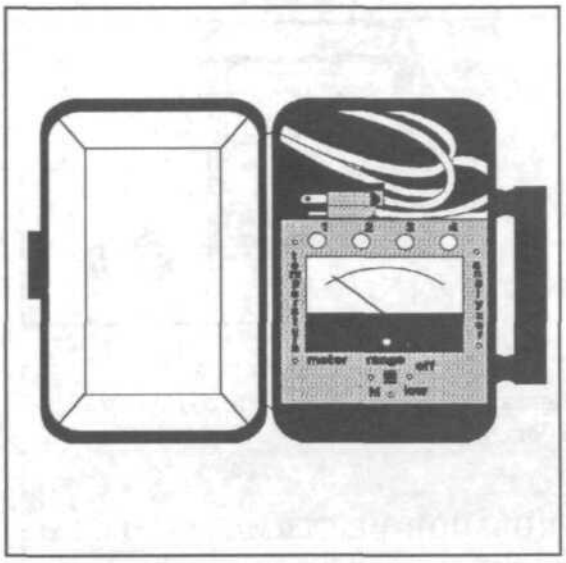


Figura 15-21. Analizador de temperatura.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Conjunto de dispositivos para comprobar la presión del refrigerante sin cortar tubos ni tener que hacer conexiones de condensación. _____
2. Instrumento que determina la capacidad de microfaradios y el factor de potencia. _____
3. Dispositivo que se utiliza para soldar las conexiones eléctricas _____
4. Instrumento que se utiliza para probar si hay capacitores abiertos o que tengan cortocircuito. _____
5. Instrumento que se utiliza para medir el voltaje en milésimas de un voltio de corriente directa. _____

a. pistola de soldador
b. analizador de capacitores
c. juego de válvulas herméticas de servicio
d. milivoltímetro
e. Analizador de capacitores

Respuestas

1. c 2. e 3. a 4. b 5. d

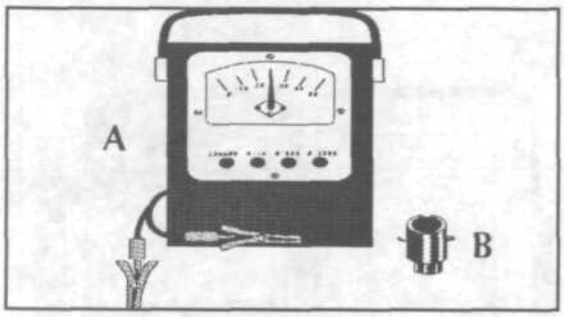


Figura 15-22. Un milivoltímetro *(A)* con su adaptador *(B).*

PROBADOR DE TERMOSTATOS. Este instrumento se utiliza para probar los termostatos de refrigeración. El pozo del medidor está lleno de alcohol. Para enfriar el alcohol, se introduce en los alrededores un refrigerante líquido. Luego, se colocan en el alchol un termómetro y un bulbo sensor de termostato. El termómetro permite calcular la temperatura de desconexión del termostato. Esta temperatura puede establecerse deteniendo el flujo del refrigerante líquido y calentando el probador. Las temperaturas de desconexión se ven en el termómetro a medida que aumenta la temperatura del alcohol.

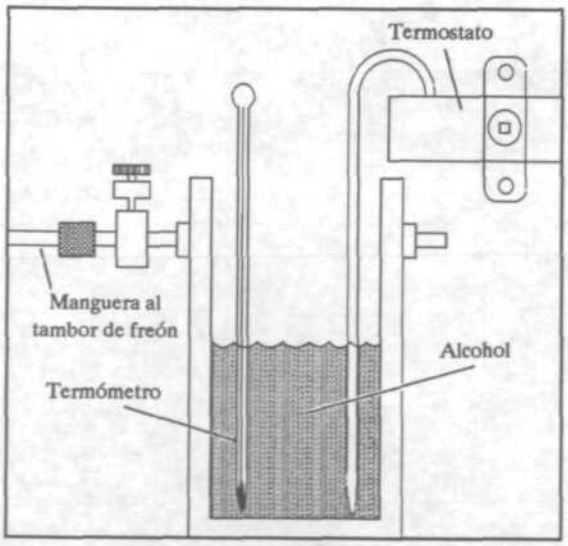


Figura 15-23. Corte transversa] de un probador de termostatos.

ANALIZADOR HERMÉTICO. Este instrumento se puede utilizar para muchas funciones, tales como:

- Destrabar compresores de cuñas que estén congelados, inviniendo la rotación del motor
- Como un banco de capacitores de arranque
- Como capacitor auxiliar
- Para probar el devanado del motor y comprobar que no tenga cortos, además de probar su continuidad y sus tierras

Algunos analizadores herméticos se pueden utilizar como amperímetros, voltímetros, capacitores, analizadores, ohmetros y analizadores de relevadores.

ANALIZADOR DEL POTENCIAL DE LOS RELEVADORES. Se utiliza para verificar los relevadores y determinar si están abiertos o cerrados, así como si tienen un cortocircuito. Este instrumento puede indicar puesta en trabajo del relevador y tensión de disparo, y funcionar como probador de la continuidad. Gracias a esta variedad de funciones, el analizador del potencial de los relevadores le ahorra un tiempo considerable al técnico.

Herramientas manuales para hojas metálicas

Cuando trabaje con los equipos de refrigeración y aire acondicionado habrá ocasiones en las que tendrá que trabajar con hojas metálicas. De modo que es conveniente que se familiarice con las herramientas especiales para este tipo material.

CORTADOR DE AGUJEROS CIEGOS. Se utiliza para hacer agujeros en las hojas de metal.

MUESCADOR MANUAL. Se utiliza para cortar muescas en los bordes de las hojas de metal.

EMPATADOR MANUAL. Se utiliza para formar juntas o costuras en las hojas de metal.

REMACHADORA. Hay dos tipos de remachadoras, las manuales y las de martillo. Las dos se utilizan para unir o juntar hojas metálicas, en lugar de hacerlo con remaches.

TIJ**ERAS DE HOJALATERO.** Se utilizan para cortar hojas metálicas, ya sea en forma recta o circular. Vienen en modelos de mano izquierda, de mano derecha y rectas. Las tijeras de mano izquierda cortan hacia la izquierda y las de mano derecha cortan hacia la derecha, mientras que las tijeras rectas se utilizan para cortar el metal en línea recta.

Con las tijeras de hojalatero, se pueden hacer cortes sumamente pequeños en curva y en círculo. Estas tijeras se utilizan también para cortar esquinas y círculos interiores.

TIJERAS DE MORDAZA. Estas tijeras se utilizan para cortar hojas metálicas de calibres 24 a 16. Pueden cortar en línea recta, así como círculos y curvas exteriores de tamaño mediano.

TIJERAS DE COMBINACIÓN. Estas tijeras se utilizan para cortar en línea recta hojas metálicas de calibres 30 a 26. También pueden cortar círculos y curvas exteriores de tamaño mediano. Las tijeras de combinación son las tijeras para metal que más se utilizan en la industria de refrigeración y aire acondicionado.

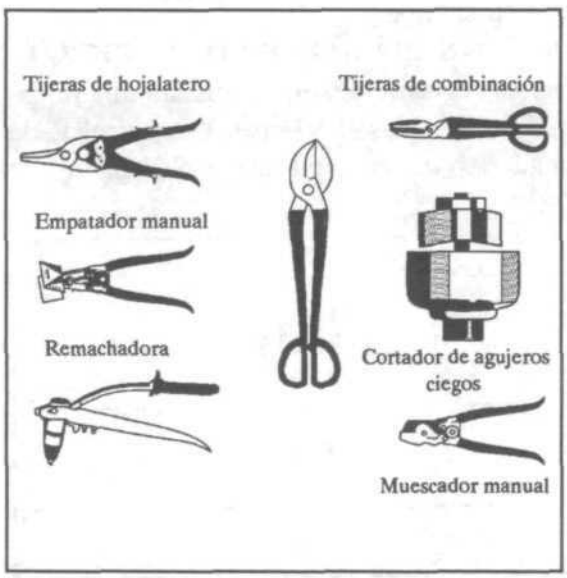


Figura 15-24. Herramientas manuales para láminas de metal.

Mediciones

Para poder dar servicio a los equipos de refrigeración y aire acondicionado, se necesita conocer bien cómo medir. En la actualidad hay instrumentos de medición que pueden medir con una aproximación de hasta una millonésima (.000001) de pulgada. Esta medida se conoce como una micropulgada. ¡Se dice que si una moneda estadounidense de diez centavos tuviera una micropulgada, una pulgada completa tendría el cuádruple de altura que el rascacielos Empire State de Nueva York!

Independientemente de la exactitud con la que se puedan tomar las medidas, es necesario conocer los fundamentos de la medición. En la industria de la refrigeración y el aire acondicionado, se utilizan dos tipos de mediciones: el sistema inglés (o estándar), basado en la pulgada, y el sistema métrico, basado en el milímetro. Para manejar pulgadas y milímetros se necesitan distintos instrumentos de medición. Una gran parte de los equipos de refrigeración y aire acondicionado se miden en pulgadas. Las reglas están marcadas en unidades estándar o métricas. Casi todas las unidades estándar están divididas en pulgadas. A su vez, las pulgadas se dividen en medias, cuartos, octavos y dieciseisavos, como se muestra en la Figura 15-25.

En las reglas métricas, las unidades se dividen en milímetros. El milímetro equivale aproximadamente a un quinceavo de pulgada. Las reglas combinadas tienen pulgadas en uno de sus lados y milímetros en el otro. Esto permite hacer rápidamente cualquier conversión que se necesite.

Figura 15-25. Comparación de las unidades de medida métrica e inglesa.

Las longitudes más comunes en las reglas estándar son: 12 pulgadas (un pie), 18 pulgadas, dos pies y 36 pulgadas (una yarda). En las cintas, las medidas vienen en longitudes de hasta 100 pies. Las reglas métricas vienen en longitudes de 300 milímetros (como un pie), 5 metros (500 mm) y un metro (1,000 mm).

Al escoger una regla métrica, hay que cerciorarse de que estén marcadas las décimas de (10, 20, 30, y el resto). Diez milímetros son igual a un centímetro. Algunas reglas métricas se marcan cada diez milímetros para indicar los centímetros (1, 2, 3, y los demás). Estas reglas son algo más difíciles de leer.

La regla es el instrumento de medición más sencillo que se utiliza en la industria de refrigeración y aire acondicionado. Durante este curso, podrá conocer acerca de cinco de las más comunes.

No obstante, es importante que primero estudie los fundamentos de la medición. En el sistema inglés, la unidad básica de medición, como ya dijimos, es el pie. El pie se divide en 12 partes iguales, que se llaman pulgadas. La pulgada se divide a su vez en fracciones muy diversas. Por ahora, trataremos solamente de la pulgada que se divide en 64 partes.

La Figura 15-26 muestra las divisiones de una pulgada desde 1/8" hasta 1/64". Las líneas que representan las divisiones se llaman graduaciones. En muchos instrumentos de medición, cada cuarta graduación está numerada en el borde de los treintadosavos (1/32)", y cada octava graduación en el borde de los sesentaicuatravos (1/64"). La mejor manera de aprender a leer un instrumento de medición consiste en familiarizarse con las graduaciones de las reglas de 1/8 y 1/16 de pulgada. Una vez que haya hecho esto, haga lo mismo con la regla de 1/32 y 1/64 de pulgada. Siga practicando y con el tiempo será como una segunda naturaleza.

Como puede apreciarse en una regla de 1/8 de pulgada, 13/8 son iguales a 1-5/8. Las medidas en fracciones se deben reducir siempre a sus términos más bajos. Una medición de 6/8 de pulgada es igual a 3/4 de pulgada, 14/16 son iguales a 7/8, etc.

Instrumentos de medición (con el sistema inglés)

REGLAS DE ACERO. Generalmente, las reglas tienen 12 pulgadas (30.5 cm), 18 pulgadas (45.7 cm) o dos pies (61 cm). Están hechas de madera, plástico o acero. La regla de acero es la más popular en la industria de refrigeración y aire acondicionado. Se puede utilizar para muchas cosas, pero lo más frecuente es que se utilice en combinación con un compás.

REGLAS PLEGABLES O DE ZIGZAG. Estas reglas se despliegan hasta una longitud de seis pies (1.83 cm). Están hechas de madera o de un metal ligero. Son fáciles de

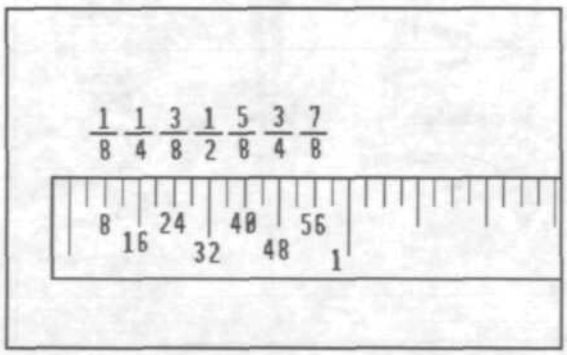


Figura 15-26. Una pulgada dividida en sesentaicuatravos.

transportar y de guardar. Se utilizan cuando no es esencial una gran exactitud. Como se rompen con facilidad, se debe tener cuidado al abrirlas. Cuando no estén en uso, se deben plegar y guardar en un sitio seguro.

ESCUADRAS DE COMBINACIÓN. Las escuadras de combinación tienen una hoja de acero, graduada, de entre 6 (15.24 cm) y 24 pulgadas (61 cm) de largo. Uno de los lados de la hoja tiene una ranura. La hoja encaja en una cabeza metálica, que se puede sujetar en cualquier longitud por medio de un tornillo de sujeción. La cabeza puede verificar ángulos de 90 y de 45 grados. Tiene un nivel y una aguja metálica de marcar. La regla de combinación se puede utilizar como un cartabón, un indicador de profundidad o un indicador marcador. Se debe tener cuidado con la conservación de este instrumento.

CINTAS DE ACERO. Las cintas de acero tienen un ancho que varía entre 3/8 (0.95 cm) y 3/4 de pulgada (1.9 cm); su longitud oscila entre seis (1.83 m) y 100 pies (30.5 m). La cinta va conectada a un carrete, colocado dentro de una caja, y se puede sacar y volver a meter con toda facilidad. Para sujetarla mientras se toman las medidas, lleva en su extremo un pequeño "rabo" o gancho.

Siempre se debe volver a meter la cinta en el carrete después de haberla usado. Si no tiene un baño de plástico, hay que cuidar que no entre en contacto con objetos que estén húmedos o mojados. En caso de que se moje la cinta, hay que secarla y ponerle una delgada capa de aceite, para evitar la herrumbre.

REGLAS CIRCULARES. Las reglas circulares están diseñadas de tal manera que indican automáticamente la circunferencia de un círculo cuando se mide su diámetro. Por ejemplo, si un tubo tiene un diámetro de una pulgada (2.54 cm), su circunferencia o perímetro, sería de aproximadamente 3-1/8 de pulgada (7.9 cm).

Mediante esta regla, el técnico puede calcular la circunferencia de un tubo después de haber medido su diámetro.

Cómo usar los instrumentos de medición

A continuación, le proporcionamos algunas guías para usar y cuidar correctamente los instrumentos de medición. Utilice la longitud y graduación indicadas. Para medir una vuelta, utilice la graduación más pequeña. Nunca doble o tuerza una regla. Utilice las reglas sólo para medir. Cuando rearrolle una cinta de acero en su carrete, hágalo despacio.

Dimensiones

Las dimensiones son las mediciones necesarias para determinar las longitudes, las áreas y los volúmenes.

MEDICIONES DE LONGITUD, O LINEALES. Las mediciones lineales proporcionan una dimensión. Para hallar la longitud de un tubo, se utiliza una medida lineal. El Cuadro 15-27 muestra las unidades inglesas y métricas de medidas lineales que pueden ser

útiles para dar servicio a aparatos de refrigeración y aire acondicionado.

MEDICIONES DE ÁREA. El área, o superficie, es la medida de un espacio de dos dimensiones. Para hallar el área de un objeto, lo único que hay que hacer es multiplicar su longitud por su anchura (L x A). Una lámina de cuatro pies de ancho por ocho pies de largo tiene 32 pies cuadrados de superficie metálica.

Otra fórmula que conviene aprender es ésta:

Cifra		Pronunciación
0.001		una milésima de pulgada
0.01		una centésima de pulgada
0.1		una décima de pulgada
1/64		una sesentaicuatroava de pulgada
1/32		una treintaidosava de pulgada
1/16		una dieciseisava de pulgada
1/8		una octava de pulgada
1/4		una cuarta de pulgada
1/2		media pulgada
Unidades de medición lineal		
12 pulgadas	**=**	**Un pie**
3 pies	=	Una yarda
5,280 pies		Una milla
6,080 pies	=	Una milla náutica
Unidades métricas y equivalencias inglesas		
1 milímetro (mm)	=	0.039 pulgadas
10 mm	=	1 centímetro (cm)
1 centímetro	=	0.394 pulgadas
100 cm	=	1 metro
1 metro	=	39.37 pulgadas
1 metro	=	3.28 pies
254 cm	=	1 pulgada

Figura 15-27. Unidades lineales inglesas y métricas, y equivalencias.

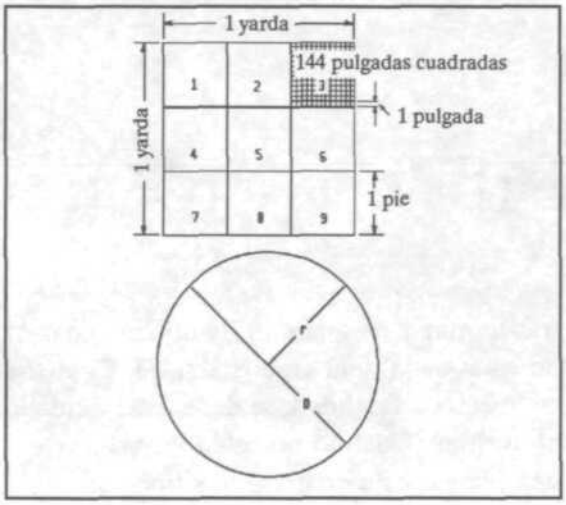


Figura 15-28. Mediciones de áreas. Área de un rectángulo *(A)* y área de un círculo *(B).* Yarda se abrevia YA; pulgada IN, y pie FT. Pulgadas cuadradas se abrevia SQ IN.

A (área) = Pi (3.1416) x R (radio) al cuadrado. Esta es la fórmula para hallar el área de un círculo. En la Figura 15-28 se muestran ejemplos de las dos fórmulas.

A continuación aparece una lista de las medidas de superficie, tanto inglesas como métricas:

Unidades inglesas

144 pulgadas cuadradas = 1 pie cuadrado
9 pulgadas cuadradas = 1 yarda cuadrada

Unidades métricas

100 mm cuadrados = 1 cm cuadrado
100 cm cuadrados = 1 m cuadrado

Conversiones del sistema métrico al inglés

1 centímetro cuadrado = .155 pulgadas cuadradas
1 metro cuadrado = 10.76 pies cuadrados

MEDICIONES DE VOLUMEN. El volumen es la medida de los objetos de tres dimensiones. Un ejemplo sería el volumen de aire expresado en pies cúbicos. Así, en

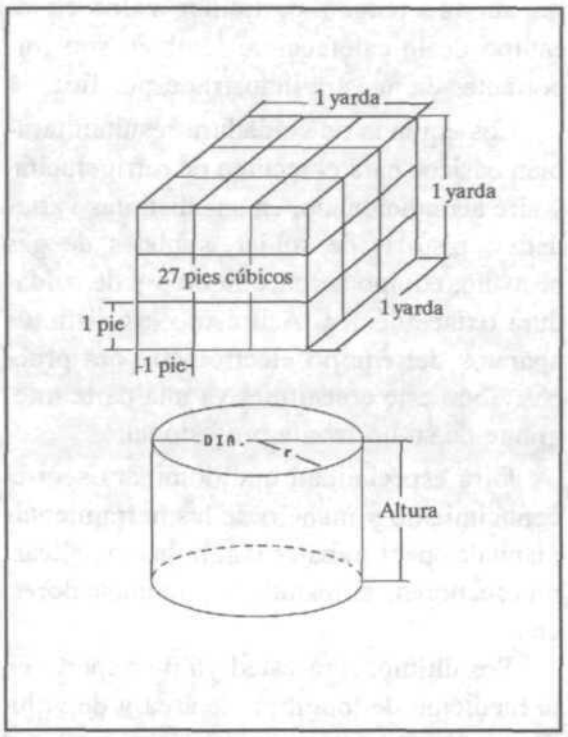


Figura 15-29. Mediciones de volúmenes. Volumen de un cubo *(A)* y volumen de un cilindro *(B).* Pies cúbicos se abrevian CU FT.

una habitación de ocho pies de alto, 12 pies de ancho y 16 pies de largo, el volumen de aire suma 1,536 pies cúbicos.

Para hallar el volumen de un objeto, se multiplica la longitud por la anchura por la altura (L x A x A). Si se quiere conocer el volumen de determinados objetos, se necesita una fórmula determinada. En el caso de los cilindros, la fórmula consiste en multiplicar el área de un extremo de cilindro (Pi x R al cuadrado) por su longitud (L). En la Figura 15-29 se muestran ejemplos de las dos fórmulas para hallar el volumen.

A continuación aparece una lista de medidas de volumen, tanto ingleslas como métricas:

Unidades inglesas

1,728 pulgadas cúbicas = 1 pie cúbico

27 pies cúbicos = 1 yarda cúbica

1 pie cúbico = 7.48 galones

Unidades métricas

1 litro = 1.05 cuarto de galón

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. El _____ se utiliza para probar los relevadores y determinar si están abiertos o cerrados.

2. El empatador manual se utiliza para _____ o costuras en las hojas de metal.

3. Las reglas plegables o de zig zag se despliegan hasta una longitud de_____ _____ .

4. Las dimensiones son las mediciones necesarias para determinar las_____ _____, las áreas y los volúmenes.

5. Para hallar el volumen de un objeto, se multiplica la longitud por la anchura por la_____.

Respuestas

1. analizador del potencial de los relevadores
2. tomar juntas 3. seis pies 4. longitudes
5. altura

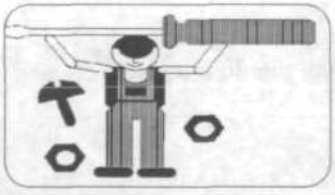
Resumen

Al concluir esta lección, usted estará ya familiarizado con el equipo especial que, como técnico de refrigeración y aire acondicionado, va a necesitar tanto para dar servicio a los sistemas como para instalarlos. Sabrá cuáles son los indicadores, y qué tipo hay de detectores de fugas. También conocerá las distintas clases de termómetros (de tallo de vidrio, de tallo y carátula, termocupla, termógrafo y registradores) y sus aplicaciones. Habrá ya aprendido la naturaleza de los higrómetros y su utilidad para medir la humedad. Nada se le ocultará del valor de los manómetros para medir la presión; y sabrá diferenciar entre un manómetro de tubo en U y un manómetro de agua en declive. Estará perfectamente consciente de que la bomba de vacío sirve para extraer agua del sistema; y que no tiene nada que ver con un instrumento de alto vacío, que básicamente es un dispositivo sensible al calor. Conocerá, igualmente, que los instrumentos de medición de la velocidad del aire, aunque tengan particular valor en el campo de la calefacción, también son importantes en nuestra industria específica.

Los equipos de soldadura resultan también básicos para el técnico de refrigeración y aire acondicionado, en sus distintas variedades: pistolas de soldar, sopletes de gas propano, equipo aeroacetilénico y de soldadura oxiacetilénica. Asimismo los distintos aparatos del equipo electrónico para pruebas. Todo esto constituirá ya una parte integrante de su horizonte profesional.

Otra especialidad que dominará será el conocimiento y manejo de las herramientas manuales para trabajar con hojas metálicas: muescadores, empatadores, remachadores, etc.

Por último, será usted ya un experto en la medición de longitud, de área y de volumen, tanto en el sistema inglés como en el sistema métrico; así como en la descripción y manejo de los instrumentos de medición más imprescindibles en este campo.



Tareas prácticas

Identificación de las partes de un equipo de oxiacetileno

Materiales que usted necesitará

- Un juego de botellas de soldadura autógena (oxígeno y acetileno)
- Un juego de manómetros para equipo de oxiacetileno

Información previa

Una soldadura oxiacetilénica se produce mediante el calor de una flama obtenida por la combustión de oxígeno y acetileno, con o sin el uso de un metal de aporte.

El oxígeno se produce por electrólisis y licuación del aire. La electrólisis descompone el agua en hidrógeno y oxígeno, debido al paso de corriente eléctrica. Ño obstante la mayor parte del oxígeno comercial se produce por licuación del aire, y separación del

oxígeno y del nitrógeno. El oxígeno se almacena en cilindros de acero de diversos tamaños.

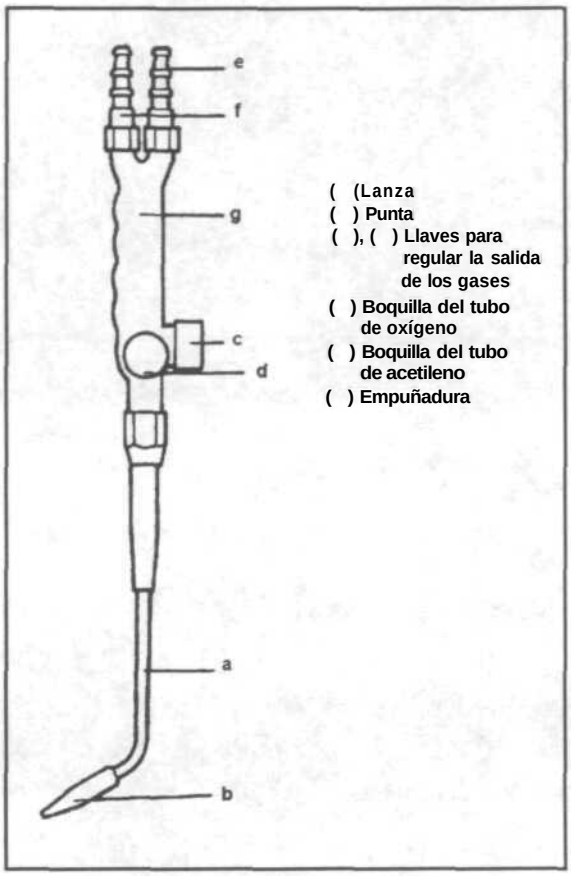
El gas acetileno (C_2H_2) se obtiene dejando caer terrones de carburo de calcio en agua. El gas burbujea a través del agua y todo el precipitado consiste en cal apagada. El carburo de calcio que se emplea para producir este gas es un material duro, gris y rocoso, formado por calcio fundido con carbón en un horno eléctrico. Este material se fragmenta, se gradúa y se almacena en tambores de acero compacto antes de usarse. El gas acetileno se puede obtener por medio de generadores de acetileno, que producen el gas mezclando el carburo con el agua. También puede comprarse en cilindros listos para su uso. Debido a que este gas no puede almacenarse con seguridad a alta presión, se almacena en combinación con acetona. Los cilindros de acetileno se cargan con un material de relleno poroso, saturado con acetona, en el que el gas se puede comprimir.

Lo que usted deberá hacer

Identificar todos los elementos que conforman un equipo de oxiacetileno.

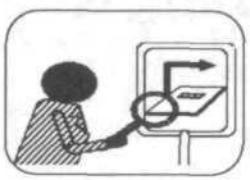
Procedimiento

Estudie muy cuidadosamente el diagrama que se presenta a continuación, e identifique luego cada una de las partes que integran su equipo de soldadura de oxiacetileno.



Conclusiones

Usted empleará, regularmente, su equipo de oxiacetileno. Su adecuado y seguro manejo dependerá de lo bien que lo conozca. Por esto es importante que lo instale y opere eficientemente.



...y después, ¿qué sigue?

¿Cuándo y quién usó por primera vez la palabra electricidad? ¿Qué son la electricidad vitrea y la electricidad resinosa? ¿Qué es la corriente alterna? ¿Cómo se genera la electricidad? ¿Cuál es la más común de las dos corrientes: la trifásica o la monofásica? ¿Con qué se construyen la mayoría de los conductores eléctricos? ¿Qué es un ohm y para qué sirve? ¿Cómo se controla la conductividad de un semiconductor? ¿Cuales son los símbolos eléctricos básicos?

Examen

INSTRUCCIONES: Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso. Escoja una sola respuesta para cada pregunta. Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.

l. Los indicadores que miden la presión, tanto arriba como abajo del nivel atmosférico son

a. manómetros
b. vacuómetros
c. indicadores compuestos
d. indicadores de presión

2. El tipo de termómetro que se puede operar por medio de una tira bimetálica o de un fuelle cargado con un fluido volátil es

a. termómetro de tallo y carátula
b. termocupla
c. termómetro de tallo de vidrio
d. termógrafo

3. Instrumento que mide la humedad existente en los distintos sitios en que se instalan o atienden equipos de refrigeración y aire acondicionado.

a. termómetro
b. vacuómetro
c. manómetro
d. higrómetro

4. Instrumento utilizado para medir la presión.

a. vacuómetro
b. manómetro
c. psicómetro
d. higrómetro

5. Instrumento que se utiliza para cargar los compresores de los aparatos de refrigeración que tienen aceite, sin necesidad de bombear el compresor.

a. bomba para cargar aceite en el compresor
b. instrumento de alto vacío
c. estación de carga
d. bomba de vacío

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón, correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L415

6. Soplete de gas que tiene un tanque desechable y es fácil de usar

a. equipo aerocetilénico
b. equipos de soldadura oxiacetiléni-ca
c. pistola de soldar
d. soplete de gas propano

7. Instrumento que sirve para obtener una medición exacta del vacío existente en un sistema

a. milivoltímetro
b. analizadores de temperatura
c. medidor de mieras
d. probador de termostatos

8. Tipo de tijeras que se utiliza para cortar hojas metálicas de calibre 24 a 16.

a. tijeras de combinación
b. tijeras de mordaza
c. tijeras de hojalatero
d. muescador manual

9. Escuadra que tiene una hoja de acero graduada de entre 6 y 24" de largo.

a. reglas plegables de zig-zag
b. cuitas de acero
c. escuadra de combinación
d. reglas circulares

10. El volumen de un recipiente que tiene 40" de longitud, 20" de anchura y 30" de altura es

a. 24 000"
b. 2 400"
c. 240 000"
d. 240"

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

Debemos aprovechar el tiempo

Alguien ha dicho que al leer un libro malo habremos perdido la oportunidad de leer uno bueno, es decir: el tiempo que malgastamos en la lectura de algo inútil no podrá ser repuesto nunca y nos hará falta para poder adquirir conocimientos valiosos y útiles.

Siendo el estudio por medio de la lectura el medio más fácil y efectivo de mejorar, al posponerlo estaremos perdiendo oportunidades únicas que con seguridad nunca volverán.

Ralph Hemphill

SISTEMAS DE Refrigeración Karm ACONDICIONADO

CONTENIDO

Introducción 3

1. Definiciones y descripciones 3
2. Electricidad básica 5
3. Corriente directa y corriente alterna 7
4. Corriente monofásica y corriente trifásica 10
5. Distribución de energía 11
6. Conductores y aisladores 14
7. Ley de Ohm 16
8. Fundamentos de los circuitos 18
9. Resumen 22
10. Tareas prácticas 23
11. Examen .., ...25

Conceptos básicos de electricidad

L416-6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Electricidad básica, 5

Corriente directa y corriente alterna, 7

- Electricidad estática y corriente, 7
- Generación de electricidad, 8
- Corriente, 9

Corriente monofásica y corriente trifásica, **10**

Distribución de energía, **11**

- Bajo voltaje, 13

Conductores y aisladores, **14**

- Ohms, **15**
- Materiales eléctricos, 15
- Conductores, 15
- Semiconductores, 15
- No conductores o aisladores, **16**

Ley de Ohm, **16**

Fundamentos de los circuitos, **18**

- Símbolos eléctricos básicos, **19**
  - Volts - fuerza electromotriz (FEM), **19**
  - Coulomb (C), 22
  - Amper (A), 22
  - Watts (W), 22

Resumen, 22

Tareas prácticas:

- Aplicación de la Ley de Ohm, 23

Examen, 25

Introducción

Una de las formas más importantes de energía con que cuenta el hombre actualmente es la electricidad. Esta, que se puede obtener de diversas maneras, satisface de manera directa o indirecta muchas de las necesidades de las sociedades en todo el mundo.

Una de sus formas de aplicación es el de impulso de los motores eléctricos, tanto del compresor como del ventilador del condensador o del evaporador en la industria de la refrigeración y el aire acondicionado. Por lo tanto, usted como técnico de servicio tendrá un relativo contacto con la electricidad en la operación y reparación de los diferentes equipos con los que usted tenga que trabajar.

En esta lección le daremos a conocer los aspectos básicos de la electricidad, así como las maneras de obtenerla. Las formas de electricidad que existen, los tipos de corriente, los elementos que sirven para conducirla o para interrumpir su conducción, y el estudio de la Ley de Ohm, que relaciona los tres elementos esenciales de un circuito eléctrico.

Como en todas las lecciones, le recomendamos el mayor cuidado y atención en el estudio de ésta, para una mejor comprensión y aprovechamiento. No dude en consultar cualquier aspecto que no le haya quedado completamente claro.

Definiciones y descripciones

Muchos de los términos que se utilizan en electricidad proceden del nombre del científico que estudió el fenómeno en cuestión. A continuación sintetizamos el significado de algunos de ellos, e introducimos unos cuantos más conceptos y términos que necesita conocer para adentrarse en la lección.

AISLADOR *(insulator).* Un aislador es cualquier sustancia que casi no posee electrones libres.

AMPER *(ampere).* Un amper o amperio es una unidad de corriente eléctrica que equivale al flujo de un coulomb por segundo.

AMPERAJE *(amperage).* El amperaje es el flujo de electrones o de comente de un coulomb por segundo a través de un punto determinado en un circuito.

ÁTOMOS *(atoms).* Las moléculas están compuestas por átomos. Los átomos están formados por electrones, neutrones y protones.

CARGA ELÉCTRICA *(eléctrical charge).* Existen dos tipos de cargas eléctricas. Se denominan positivas y negativas. Las cargas semejantes se repelen entre sí y las cargas diferentes se atraen.

CIRCUITO *(circuit).* Un circuito es una instalación de alambre eléctrico que permite el flujo de los electrones desde una fuente de energía y su regreso a la misma.

CORRIENTE *(current).* Es la transmisión de energía eléctrica en un conductor mediante el cambio de posición de los electrones.

CORRIENTE ALTERNA, CA *(altemating current).* Esta es la corriente eléctrica que alterna o invierte la dirección en que fluye. En una corriente de 60 ciclos (hertz), la dirección del flujo se invierte cada 1/120 de segundo.

CORRIENTE DIRECTA, CD *(direct current).* La corriente directa o corriente continua es un flujo de electrones que se mueven continuamente en una dirección dentro de un circuito.

CORTOCIRCUITO *(short circuit).* Un cortocircuito es una falla de un circuito eléctrico que permite que la electricidad fluya por las partes metálicas de un mecanismo.

COULOMB *(coulomb).* Es la cantidad de electricidad transmitida mediante una corriente eléctrica de un amper en un segundo. Se llama también culombio.

ELECTRICIDAD *(electricüy).* La electricidad es una forma de energía. Se usa para muchos fines.

En refrigeración y acondicionamiento de aire impulsa los motores, opera los controles, y produce calor e iluminación. La electricidad es la rama de la física relacionada con las acciones de una fuerza natural que se conoce solamente por sus efectos. Estos son la carga eléctrica, la comente eléctrica, el campo eléctrico y el electromagnetismo.

Como no se puede ver la electricidad, solamente se puede estudiar a través de lo que hace. Su efecto se puede ver y medir por medio de instrumentos. En todos los casos, la electricidad se produce por el movimiento de los electrones libres de una sustancia a otra.

ELECTRON *(electrón).* Esta es la partícula o porción elemental de un átomo que lleva una carga negativa. Los electrones giran alrededor del núcleo (centro). El núcleo está compuesto por protones y neutrones. Esta teoría se ilustra en la Figura 16-2. Los electrones giratorios son de dos tipos:

- electrones libres
- electrones ligados

Si un átomo posee electrones libres, puede transferir o conducir energía eléctrica. Si un átomo recibe la carga de un electrón durante un instante, se carga negativamente. Si el átomo pierde un electrón,

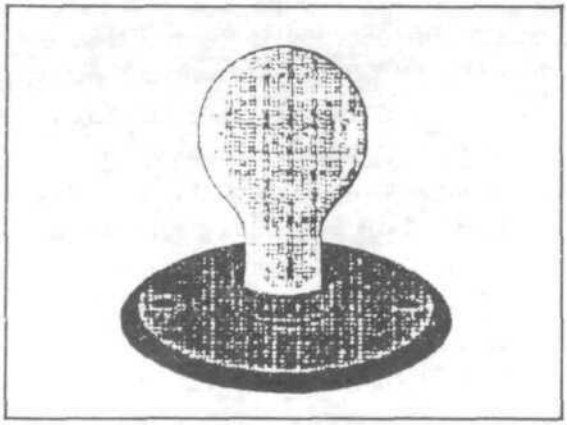


Figura 16-1. La electricidad no se puede ver, pero sus efectos se pueden ver y medir.

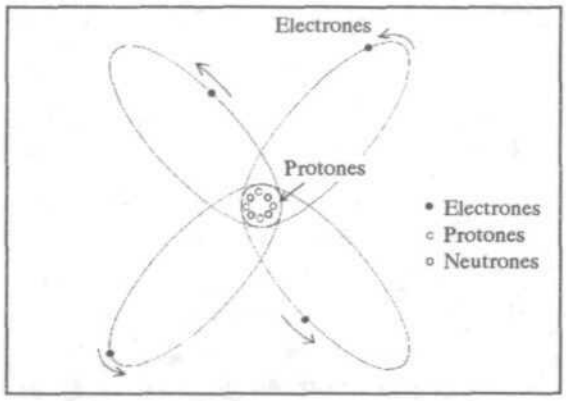


Figura 16-2. Esquema de un átomo que muestra los electrones, los protones, los neutrones y su movimiento relativo.

queda cargado positivamente. Los electrones viajan desde los átomos que poseen electrones adicionales a los átomos que tienen una deficiencia de electrones.

ELECTRÓNICA *(electronics).* ¿Se confunde usted por el significado de los términos "electricidad" y "electrónica"? La electrónica es la rama de la física relacionada con el flujo de los electrones en los tubos al vacío, en los gases y en los semiconductores.

FARAD *(farad).* Un farad es una unidad de capacitancia.

FUERZA ELECTROMOTRIZ, FEM *(electromotive forcé).* La fem es la fuerza eléctrica que hace fluir o moverse la corriente en un circuito eléctrico. Se mide en volts.

FUSIBLE *(fuse).* Este es un dispositivo eléctrico de seguridad que consta de una tira de metal fusible en un circuito, que se funde cuando se sobrecarga el circuito.

HENRY *(henry).* Un henry es una unidad de inductancia.

HERTZ *(hertz).* Un hertz es una unidad de frecuencia. Es el término correcto para indicar ciclos por segundo.

KILOWATT *(kilowatt).* Esta es una unidad de potencia eléctrica igual a 1,000 watts.

MOLÉCULAS *(molecules).* De acuerdo con los estudios científicos, todas las sustancias están compuestas por moléculas. Las moléculas

son la parte más pequeña de una sustancia que posee todas las propiedades de la misma.

NEUTRONES *(neutrons).* Los neutrones no están cargados negativamente ni positivamente.

OHM *(ohm).* Esta es una unidad de medición de la resistencia eléctrica. Existe un ohm cuando un volt produce un flujo de un amper.

LEY DE OHM *(Ohm's law).* La ley de Ohm indica la relación entre las tres cantidades eléctricas importantes: resistencia, voltaje y corriente.

PROTONES *(protons).* Los protones son cargas de electricidad positiva.

RESISTENCIA *(resistance).* Esta es la oposición que encuentran los electrones cuando se mueven a través de un conductor o una sustancia.

TRIFÁSICO *(three phase).* El término "trifásico" se refiere a la operación mediante una combinación de tres circuitos de corriente alterna defasados en un tercio de ciclo.

VOLT *(volt).* Un volt es una unidad de energía eléctrica. Se llama también voltio.

VOLTAJE *(voltage).* Este término se usa para indicar el potencial eléctrico o fuerza electromotriz en un circuito eléctrico.

Electricidad básica

La electricidad como fuente común de energía es un desarrollo tecnológico relativamente reciente. Pero los científicos han estudiado la electricidad durante mucho tiempo. Antes de comenzar esta lección, veamos algunos de los trabajos que han configurado nuestro concepto moderno de la electricidad.

Uno de los primeros descubrimientos importantes sobre la electricidad estática se atribuye a William Gilbert (1540 - 1603). Gilbert fue un físico inglés que descubrió la diferencia entre el ámbar y la piedra imán o magnetita al atraer ciertos materiales. Encontró que cuando se frotaba el ámbar con una tela, éste atraía objetos de peso ligero. Sin embargo, la piedra imán solamente atraía el hierro. Gilbert también encontró que otras sustancias, tales como el azufre, el vidrio y la resina, se comportaban como el ámbar. Usó la palabra latina "electrón" para el ámbar, e introdujo la palabra "eléctrica" para las otras sustancias que se comportaban de la misma manera que el ámbar. Sir Thomas Brown (1605-1682), un físico inglés, usó por primera vez la palabra electricidad.

Otra persona de origen inglés, Stephen Gray (1699 - 1736), descubrió que algunas sustancias tenían la capacidad de conducir la electricidad y otras no. Un científico francés, Charles du Fay, experimentó con la conducción de la electricidad. Estos experimentos lo llevaron a creer que existían dos clases de electricidad. A uno de los tipos le dio el nombre de electricidad vitrea y al otro tipo el de electricidad resinosa. Encontró que los objetos cargados de electricidad vitrea se repelían entre sí, y que los que se cargaban con electricidad resinosa se atraían. Actualmente sabemos que existen estos dos tipos de carga eléctrica. Se conocen como positiva y negativa.

Figura 16-3. William Gilbert "descubre" la electricidad estática.

Benjamín Franklin (1706 - 1806) realizó estudios sobre la electricidad a mediados del siglo 18. Su teoría era que la electricidad estaba formada por un solo fluido. Fue el primero en emplear los términos positivo y negativo. En su famoso experimento de la cometa, demostró que el rayo es una forma de electricidad.

Un físico francés, Charles Augustin de Coulomb (1736 - 1806), formuló las leyes que gobiernan la atracción y la repulsión entre cuerpos cargados eléctricamente. En la actualidad, esta unidad de carga eléctrica se denomina coulomb.

Luigi Galvani (1737-1798), un profesor de anatomía de la Universidad de Bologna, experimentó con la comente eléctrica en 1768. La comente eléctrica se conoció alguna vez como galvanismo en honor de este científico.

En 1800, un profesor italiano de física, Alessandro Volta (1745 - 1827), descubrió que la acción química entre la humedad y dos metales diferentes produce electricidad. Volta construyó la primera batería usando placas de cobre y zinc. Estas placas estaban separadas por hojas de papel que se habían humedecido con una solución salina.

Esta batería recibió el nombre de pila voltaica y fue la primera fuente de corriente eléctrica constante. La unidad de energía eléctrica se denomina volt en honor de Volta.

A un científico danés, Hans Christian Oersted (1777 - 1851), se le reconoce por el descubrimiento del electromagnetismo. En 1820 encontró que la corriente eléctrica, al fluir por un conductor, hacía que se desviase la aguja de una brújula. Este hallazgo demostró la existencia de un campo magnético alrededor de un conductor por el que circula una corriente eléctrica, y que dicho campo se produce por la corriente.

La unidad de corriente eléctrica es el amperio o amper en honor del físico francés André Ampere (1775 - 1836). En 1820, Ampere midió el efecto magnético de una corriente eléctrica. Descubrió que dos conductores que conducen corriente se pueden atraer y repeler entre sí del mismo modo que lo hacen los imanes. Alrededor de 1822, Ampere había desarrollado las leyes fundamentales que constituyan la base para el estudio de la electricidad.

Una de las leyes mejor conocidas y más ampliamente usadas en los circuitos eléctricos actuales es la ley de Ohm. Esta ley fue elaborada en 1826 por Georg Simón Ohm (1789 - 1854), un profesor alemán. La ley de Ohm nos señala la relación que existe entre las tres unidades eléctricas importantes. Estas son la resistencia, el voltaje y la corriente.

Aunque Oersted descubrió el electromagnetismo, Michael Faraday (1791 -]878) fue quien profundizó en su estudio. Faraday fue un físico inglés. Creía que si la electricidad podía producir efectos magnéticos, entonces el magnetismo podía producir electricidad. En 1831 descubrió que un imán en movimiento originaba una corriente eléctrica en una bobina de alambre colocada dentro del campo del imán. Hoy se conoce este efecto como inducción electromagnética. La inducción electromagnética es el principio básico de funcionamiento de los generadores y transformadores eléctricos.

Sin tener conocimiento de los trabajos de Faraday, Joseph Henry (1797 - 1878), un físico norteamericano, realizó los mismos descubrimientos en 1831. En su honor se dio el nombre de henrio a la unidad de inductancia. La unidad de capacitancia es el faradio, así llamada en honor de Michael Faraday.

En la década de 1860, James Clerk Maxwell (1857-1879), un físico escocés, elaboró un conjunto de ecuaciones matemáticas que expresan las leyes rectoras de la

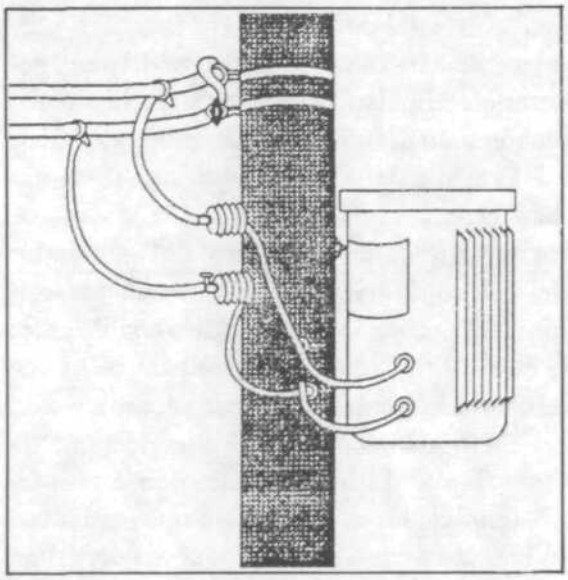


Figura 16-4. La inducción electromagnética hace trabajar los generadores y los transformadores.

electricidad y el magnetismo. Estas se conocen como ecuaciones de Maxwell. Maxwell también pronosticó que se podrían producir ondas electromagnéticas (ondas de radio) que viajarían en el espacio a la velocidad de la luz.

Correspondió a Heinrich Rudolph Hertz (1857 - 1894), un físico alemán, producir realmente las ondas que predijo Maxwell. Hertz llevó a cabo su trabajo en la década de 1880 y actualmente la unidad de frecuencia se denomina hertz.

Corriente directa y corriente alterna

Usualmente, las compañías de servicios eléctricos suministran la electricidad a las casas y a las industrias. La alimentación desde la compañía eléctrica a los hogares termina en un tablero de control. Este tablero contiene fusibles o cortacircuitos para cada uno de los distintos circuitos.

La electricidad que se suministra a las casas es corriente alterna de 120 o 240 volts. La mayoría de los circuitos de alumbrado y de los utensilios emplean corriente alterna de 120 volts. Los calefactores eléctricos, los acondicionadores de aire y los sistemas de refrigeración (los más grandes) usan corriente alterna de 240 volts.

Electricidad estática y corriente

La refrigeración y el aire acondicionado están relacionados con dos tipos de electricidad. Estos son la electricidad estática y la corriente. Podemos considerar la electricidad estática como electricidad en reposo, y la corriente como la electricidad que fluye por los conductores (alambres).

Los rayos que vemos en las noches de tormenta se producen por la descarga de electricidad estática. En ciertas condiciones, los materiales tales como las hojas de papel y las telas se pueden cargar de electricidad estática. A esto se debe que los materiales citados se adhieran uno al otro algunas veces. A menudo se produce la electricidad estática por la fricción entre dos superficies que se frotan.

La corriente se usa comúnmente en los hogares y las industrias para impulsar motores, soldar y poner en marcha los motores de combustión interna. Generalmente se

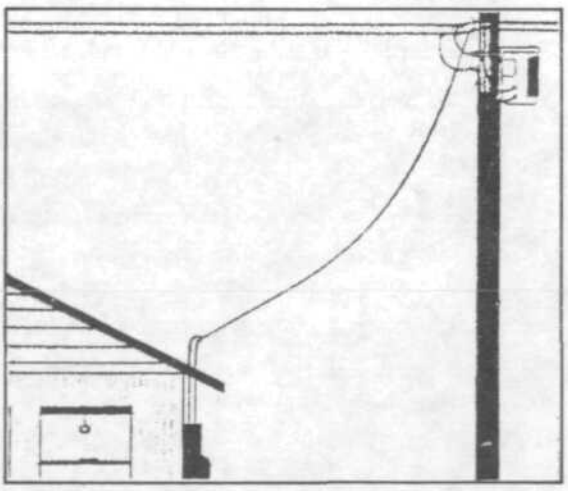


Figura 16-5. La electricidad que se suministra a las casas usualmente es corriente alterna.

produce mediante bobinas de alambre que se mueven dentro de un campo electromagnético.

Generación de electricidad

La electricidad que se usa en la industria de la refrigeración y el acondicionamiento del aire, usualmente se genera por medio de un equipo electromecánico conocido como generador. Esta puede ser corriente directa o corriente alterna. La corriente directa también se conoce como corriente continua (CC).

También se puede generar electricidad por medios químicos. Las pilas secas que se usan en las lámparas de mano son un ejemplo de esto. El voltaje de una pila seca es de 1.5 volts, aproximadamente. La electricidad generada por medios químicos siempre es una corriente directa. Las sustancias químicas se combinan o reaccionan para generar electricidad, y en el proceso se agotan dichas sustancias. La celda se descarga.

El acumulador de un automóvil no genera electricidad, únicamente la almacena. La electricidad procedente del generador del vehículo fluye hacia el acumulador, originando una acción química reversible entre el electrolito (solución acida) y las placas de la batería (plomo u óxido de plomo).

Se puede hacer fluir electricidad de otras formas de energía, tales como la energía térmica, la fricción, la energía mecánica, la luz, la energía química y el magnetismo. Cualquier método que produzca un movimiento de electrones libres origina un potencial eléctrico. Los electrones libres fluirán si existe un conductor eléctrico.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V *si considera verdadera la afirmación, o la letra* F *si la considera falsa.*

1.	Benjamín Franklin estableció la teoría de que la electricidad estaba formada por un solo fluido. Fue el primero en emplear los términos positivo y negativo.	F	V
2.	Una de las leyes mejor conocidas y más ampliamente usadas en los circuitos eléctricos actuales es la Ley de Volt.	F	V
3.	Maxwell elaboró un grupo de ecuaciones matemáticas que expresan las leyes que rigen la electricidad y el magnetismo.	F	V
4.	La mayoría de los circuitos de alumbramiento y los utensilios emplean corriente directa de 12 volts.	F	V
5.	La electricidad que se usa en la industria de la refrigeración y el aire acondicionado, usualmente se genera por medio de un equipo electromecánico conocido como generador.	F	V

Respuestas

1. V 2. F (Es la Ley de Ohm.) 3. V 4. F (Emplean corriente alterna de 120 volts.) 5. V

Corriente

La corriente es el movimiento de los electrones a lo largo de un conductor eléctrico. Por ejemplo, oprimiendo el botón del timbre de una puerta se cierra (completa) el circuito y se hacen fluir los electrones a través del circuito. Este flujo de electrones hace sonar la campana. Existen dos tipos comunes de corriente eléctrica:

- corriente directa (CD)
- corriente alterna (CA)

La corriente directa es el flujo de los electrones por un conductor eléctrico en la misma dirección. Es la corriente que se usa para poner en marcha un automóvil, para la iluminación y el encendido, y en la mayoría de los circuitos de estado sólido.

La corriente directa se usa en utensilios eléctricos sin cordón, tales como los cepillos para dientes, las rasuradoras eléctricas y los taladros. También se usa mucho en la electrónica. Se necesita corriente directa para cargar las baterías, pues éstas solamente producen corriente directa.

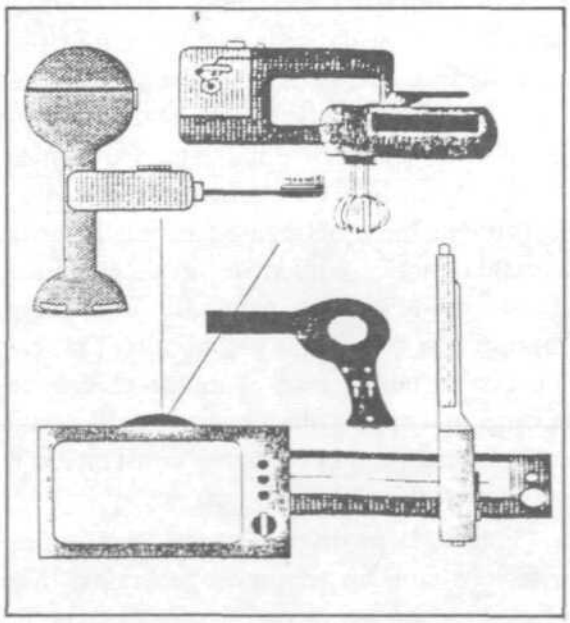


Figura 16-6. La corriente directa activa los utensilios sin cordón y el equipo electrónico.

La corriente alterna es el flujo de electrones a lo largo de un conductor, primero en una dirección y después en la otra. Es el tipo de corriente que se utiliza para la mayoría de las aplicaciones de fuerza (energía) y alumbrado.

Corriente directa. La corriente directa (CD) es el flujo de los electrones a lo largo de un conductor eléctrico en una dirección. Es el tipo de corriente que producen las baterías. Los vehículos, excepto algunos autobuses de mayor tamaño y el equipo para movimiento de tier-a, trabajan con un circuito de corriente directa de 12 volts alimentado por el acumulador.

En ciertos países algunas compañías eléctricas todavía producen y venden corriente directa.

Sin embargo, su uso está desapareciendo rápidamente para las aplicaciones de fuerza y alumbrado. Actualmente, su empleo principal es en electrónica, en el servicio de elevadores o ascensores, en la soldadura eléctrica y en los automóviles.

En términos generales, tanto para la operación de los elevadores como en la soldadura eléctrica, la corriente directa se genera en el sitio de trabajo. Se produce por medio de cualquiera de los tres métodos siguientes:

- un rectificador de corriente alterna
- impulsando un generador de CD con un motor de CA
- impulsando un generador de CD con un motor de gasolina o de diesel

Con el desarrollo de nuevos acumuladores de peso ligero y de los rectificadores, muchos utensilios de tamaño pequeño están usando la energía de CD "sin cordón." Los motores de algunos utensilios funcionan in-

distintamente con CA o CD. Estas unidades se conocen como motores universales.

Corriente alterna. La corriente alterna (CA) es el flujo de electrones a lo largo de un conductor, primero en una dirección, después en la otra. Como la corriente alterna su dirección de flujo, se denomina corriente alterna.

En la Figura 16-7 se ilustra con un diagrama un ciclo para corriente alterna. En esta figura, el voltaje comienza en cero, alcanza su valor máximo de 120 volts en un cuarto del ciclo y, nuevamente, regresa a cero en medio ciclo; llega a su valor máximo en la dirección opuesta a los tres cuartos del ciclo y al final regresa de nuevo a cero.

La Figura 16-7 ilustra el ciclo ideal del voltaje de corriente alterna. Como la gran mayoría de los servicios de corriente alterna son de 60 ciclos, quiere decir que este patrón se está repitiendo en el circuito de corriente alterna a la velocidad de 60 veces por segundo.

Actualmente se acostumbra emplear el hertz (Hz) en vez de los ciclos. La electricidad para usos domésticos en la mayoría de los países es de 60 hertz.

Corriente monofásica y corriente trifásica

Existen dos clases diferentes de corriente alterna: monofásica y polifásica. El término "poli" usualmente significa muchos, pero en este caso consideraremos que significa más que uno. El vocablo "fase" se refiere al ciclo de la corriente alterna. Por lo tanto, la expresión "monofásico" significa un ciclo y "polifásico" quiere decir más de un ciclo.

La corriente monofásica es la más común. Se utiliza en casi todos los hogares y en los circuitos de alumbrado de los comercios. La corriente polifásica se emplea en los motores más grandes. Esto se debe a que

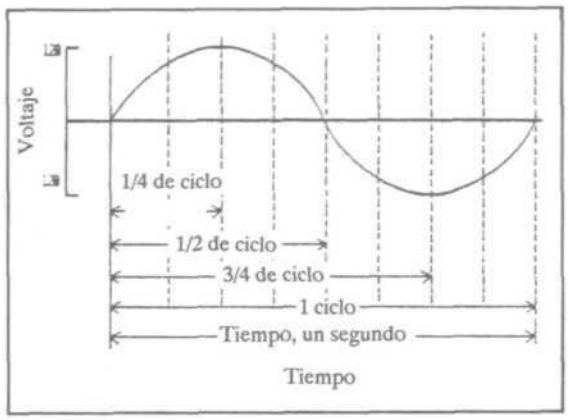


Figura 16-7. Un ciclo completo de corriente alterna fluye por segundo en un circuito de 120 volts.

un motor polifásico es más eficiente que un motor monofásico.

La corriente polifásica más común se denomina trifásica. En un motor monofásico el voltaje llega al motor por un alambre conductor, pero en un motor trifásico realmente son tres los alambres que llevan el voltaje al motor. En cada alambre, el momento en que el voltaje llega a su valor máximo es diferente del de los otros alambres.

Una manera de contemplar esto es un motor monofásico, en donde el alambre entrega una carga de voltaje al valor máximo de cada fase. Después, disminuye su intensidad a cero hasta que llega la siguiente carga al valor máximo inmediato. Pero en la corriente trifásica, exactamente después que la primera línea entrega su carga, llega la segunda carga, seguida de la tercera. Esto da suficiente tiempo para que la primera regrese con otra carga y continúe el proceso. Por lo tanto, para el motor es casi lo mismo que si el voltaje estuviera llegando en la forma de una corriente constante, sin picos ni valles.

Esta es la razón por la cual los motores trifásicos son, en términos generales, más eficientes que los motores monofásicos. El voltaje medio es más alto en un motor trifásico. Con un voltaje más consistente, el mo-

tor puede realizar su trabajo con más eficiencia.

Los tamaños de los motores trifásicos comienzan aproximadamente con los de 1/2 caballo de fuerza en adelante. Usualmente, los pequeños motores de potencia fraccionaria son motores monofásicos. Por lo común, éstos no se usan en potencias mayores que un caballo de fuerza.

Distribución de energía

En la estación generadora, la energía eléctrica se eleva a un voltaje considerablemente mayor que el que se usa en los utensilios y motores domésticos o industriales. En general, este flujo de corriente se envía a través de grandes distancias por una línea de transmisión de alto voltaje a 120,000 volts. La Figura 16-8 ilustra un concepto básico o fundamental de un sistema de distribución de energía.

(A) es la planta generadora de energía a base de vapor (termoeléctrica)

(B) es el transformador elevador, que toma la energía generada y la eleva hasta 120,000 volts

(C) marca las líneas de transmisión de 120,000 volts

(D) es la estación transformadora regional

(E) es la línea de 40,000 volts de la subestación

(F) es la estación transformadora de la zona, donde el voltaje se reduce a 13,200 volts o 4,800 volts

(G) marca los circuitos de distribución primaria

(H) es el transformador doméstico o de vecindario

(I) es el circuito secundario para las casas, los comercios y las industrias de 120, 240 o 440 volts.

Los motores eléctricos que se usan en un sistema de acondicionamiento de aire o de refrigeración se deben diseñar para usarse con la energía suministrada por la compañía eléctrica.

Las propiedades de estos motores deben concordar con la fuente de energía en:

- volts (fem o fuerza electromotriz)
- ciclos (hertz)
- fases

Los conductores eléctricos deben ser lo suficientemente grandes como para conducir la corriente total o máxima que el motor va a usar.

El voltaje puede ser de:

110 volts	220 volts
115 volts	230 volts
120 volts	240 volts
208 volts	440 volts

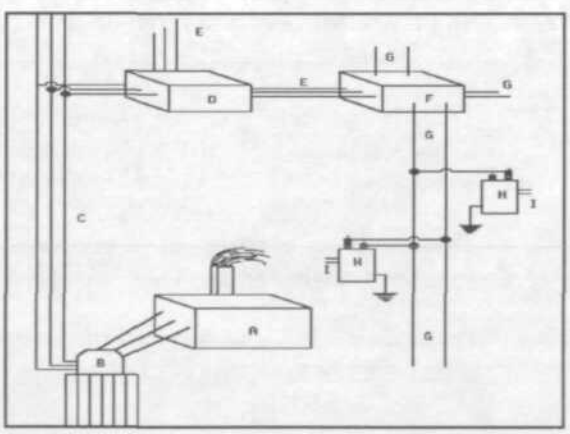


Figura 16-8. Sistema de generación y distribución de energía eléctrica.

El número de ciclos (hertz) puede ser de:

25	60
50	

El número de fases puede ser de:

una	tres
dos	cuatro

Algunas de las fuentes de energía eléctrica que más se utilizan son:

- monofásica, 115 volts, 60 ciclos
- monofásica, 120 volts, 60 ciclos
- monofásica, 208 volts, 60 ciclos
- monofásica, 230 volts, 60 ciclos
- monofásica, 240 volts, 60 ciclos
- trifásica, 230 volts, 60 ciclos
- trifásica, 240 volts, 60 ciclos
- trifásica, 440 volts, 60 ciclos

Compruebe cuidadosamente la fuente de energía antes de comprar o instalar equipo. Consulte con la compañía eléctrica antes de instalar cualquier equipo que tenga un número considerable de caballos de fuerza.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifique el término elegido,

1. Flujo de electrones que circula por un conductor en la misma dirección. _____
2. Flujo de electrones a lo largo de un conductor, primero en una dirección, después en la otra. _____
3. Tipo de corriente eléctrica común que se utiliza en casi todos los hogares y en los circuitos de alumbrado de los comercios. _____
4. Tipo de motor eléctrico cuya potencia empieza desde 1/2 caballo de fuerza en adelante. _____
5. Propiedades de los motores eléctricos que deben concordar con fuente de energía. _____

a. corriente monofásica
b. volts, ciclos fases
c. corriente directa
d. corriente alterna
e. motor trifásico

Respuestas

1. c 2. d 3. a 4. e 5. b

Bajo voltaje

Cuanto más largo sea el alambre conductor, mayor debe ser su diámetro para conducir con seguridad la corriente. El voltaje se debe medir en el motor del compresor y no en el tablero de corriente.

Se puede desarrollar una condición peligrosa si existe una caída de voltaje mayor que 5 por ciento (menos de 95 por ciento del voltaje deseado) en el motor del compresor. Por ejemplo, si un circuito de 208 volts, debido a su longitud, diámetro de conductores y carga en amperes, tiene solamente 208 V x 95 por ciento = 208 x 0.95 = 197.6 volts, cuenta con el voltaje más bajo utilizable. Si el voltaje baja de este valor, el motor puede trabajar deficientemente o hasta quemarse.

Puede surgir una situación grave si se conecta el motor de un compresor para 240 volts a una línea de 208 volts (240 volts x 95 por ciento = 240 x 0.95 = 228 volts). Un voltaje de 228 volts es el más bajo con el que puede trabajar satisfactoriamente un motor de 240 volts. El circuito de 208 volts está muy por debajo del circuito de 228 volts que desea. El motor de 240 volts trabajará deficientemente y funcionará la protección contra sobrecarga o fallará el motor.

Un motor de 230 volts trabajará hasta con 218.5 volts (230 volts x 95 por ciento = 230 x 0.95 = 218.5 volts). Podemos ver que un circuito de 208 volts es peligroso si se usa con motores para voltajes diferentes de 208 volts.

Un motor de 220 volts trabajará hasta con 209 volts (220 volts x 95 por ciento = 220 x 0.95 = 209 volts). Probablemente funcionaría este motor en un circuito de 208 volts, pero se encontraría en el límite y la eficiencia sería baja.

Sin embargo, los motores pueden trabajar con un voltaje ligeramente mayor que su clasificación. De hecho, un motor para 208 volts, conectado a una línea de 220 volts, funcionará muy bien. El motor arrancará más rápidamente y proporcionará más potencia al compresor. Un 10 por ciento sobre el voltaje normal permitirá a un motor soportar un 20 por ciento de sobrecarga. No obstante, un motor para 208 volts conectado en una línea de 240 volts será mucho más ruidoso, lo cual es un inconveniente en los sistemas de acondicionamiento de aire.

Un motor para 220 volts trabaja muy bien en una línea de 240 volts. Un motor de 220 volts puede trabajar en una línea de 208 volts, pero tendrá un par motor más bajo. Estos son motores monofásicos. Cuando solamente se dispone de corriente monofásica y se necesitan más de tres caballos de fuerza, se deben usar dos o más motores y compresores en el sistema.

La tabla de la Figura 16-9 ilustra los cambios de las características de operación de un motor cuando cambia el voltaje de entrada.

Un motor para compresor de 240 volts trabaja con la misma eficiencia que un motor para compresor de 120 volts. La idea de que un motor de 240 volts usa menos kilowatt horas para realizar la misma cantidad de trabajo no es verdadera. Por ejemplo, un motor de 120 volts usa 5 amperes para producir 600 watts (120 x 5 = 600 watts o 0.6 kW). Para proporcionar 0.6 kW, un circuito de 240 volts debe conducir 2.5 amperes, pero los costos por electricidad son iguales. La principal ventaja es que la unidad de 240 volts puede usar conductores (alambres) de diámetro más pequeño desde la caja del medidor a la unidad. Habrá menos caída de voltaje entre la caja del medidor y el motor.

Algunos motores están clasificados para 208 - 220 volts, lo cual indica que se pueden utilizar con cualquiera de los dos voltajes. Sin embargo, estos motores son sensibles a voltajes menores que 208 volts y no

se deben emplear voltajes de 195 volts o más bajos.

Tomemos un ejemplo de un acondicionador de aire de tipo doméstico. El circuito de energía usualmente es monofásico, de tres alambres y 240 volts. Esto significa que hay 240 volts entre los dos conductores vivos y 120 volts entre un conductor vivo y el conductor conectado a tierra, como se puede ver en la Figura 16-10.

Estos voltajes se deben comprobar con un voltímetro. No confíe en una lámpara de pruebas, ni trate de adivinar el valor del voltaje por la brillantez de la lámpara.

Cuando estudie el sistema de alambrado de un edificio para decidir cuál es el circuito necesario para un motor de compresor, debe comprobar la capacidad del mismo de acuerdo con los diámetros de los alambres. Todos los utensilios eléctricos se deben conectar al mismo tiempo. También se debe verificar la carga media por día. Para este propósito se puede utilizar un amperímetro registrador, si la compañía eléctrica no posee ya los datos. Usualmente, la compañía eléctrica instala un medidor de demanda si se solicita.

Conductores y aisladores

La mayoría de los conductores eléctricos se construyen de metal. Ningún material es

Voltaje de entrada	+10%	−10%
Corriente	−7%	+11%
Par motor	+21%	−15%
Temperatura	−5.5°F	+12.5°F
Resbalamiento del ciclo	17% Reducción	23% Aumento
Eficiencia	1% Aumento	2% Reducción

Figura **16-9.** Efecto de los voltajes de entrada.

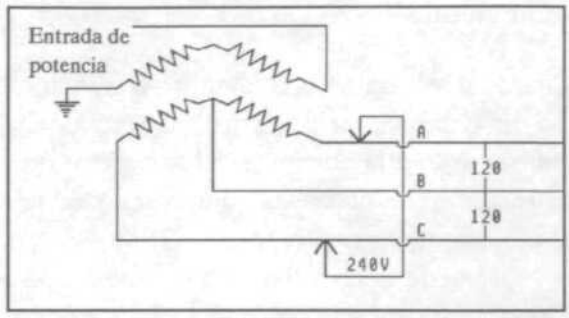


Figura 16-10. Diagrama esquemático de un transformador para alimentación residencial.

conductor perfecto de la electricidad. Existen algunos metales que son mejores conductores que otros. La plata, el cobre y el aluminio son muy buenos. El hierro, el acero y el carbón también conducen la electricidad, pero su resistencia es muy alta. Algunas veces se usa el carbón en los circuitos eléctricos, pero no es un conductor muy bueno.

Los conductores muy malos se conocen como resistores o resistencias. No poseen electrones libres, o en el mejor de los casos sólo cuentan con pocos electrones libres en sus átomos. Para estos electrones libres es difícil viajar a través y alrededor de los otros átomos. A menudo se usa la palabra impedancia en lugar del término resistencia, cuando una parte de un circuito de CA o un circuito completo de CA se resiste al flujo de los electrones libres.

La resistencia total es la suma de la resistencia de cada parte del circuito y la impedancia de un circuito de CA.

Cuanto más difícil sea el movimiento de los electrones libres, mayor será el calor que se genere en el conductor.

Todos los materiales poseen alguna resistencia al flujo de la corriente eléctrica. La resistencia de los conductores eléctricos generalmente aumenta con una elevación de la temperatura o un incremento de la longitud del conductor. También, la resistencia aumenta cuando disminuye el diámetro (espe-

sor) del conductor. En el caso de algunos semiconductores, la variación de la temperatura aumenta su habilidad para conducir la electricidad.

Ohms

La resistencia eléctrica se mide en ohms. Un ohm es la cantidad de resistencia de un circuito eléctrico que permite que una fem de un volt haga fluir un amper a través del circuito.

La resistencia de un conductor depende de cuatro factores:

- el material que se use
- el diámetro o tamaño (espesor) del conductor
- la longitud del conductor
- la temperatura del conductor

Materiales eléctricos

Existen tres materiales físicos que se usan en los sistemas eléctricos y electrónicos:

- conductores (metales tales como la plata, el cobre y el aluminio)
- semiconductores (óxidos de metal o compuestos metálicos)
- no conductores o aisladores (no metales o metaloides, tales como el vidrio, la madera, el papel y el plástico)

Cualquiera de estos tres materiales puede existir en alguna de las tres formas de la materia, pero la mayoría son sólidos, más que líquidos o gases.

Conductores

Un conductor posee átomos con electrones libres en su estructura. Cualquier fuerza electromotriz (presión) hará viajar estos electrones de un átomo a otro. Esto mueve la energía eléctrica a través del material. En un alambre conductor, por ejemplo, la energía se mueve de un extremo al otro. Consultemos la Figura 16-11 y veremos que el movimiento de los electrones es del lado negativo (-) al positivo (+).

Cada tipo de átomo ofrece una facilidad diferente al movimiento de los electrones libres. En este sentido, los átomos de oro y de plata son excelentes. Los átomos de cobre, de mercurio y de aluminio también son muy buenos. La mayoría de los conductores buenos son metales, aunque el movimiento de los electrones libres en el hierro es relativamente más difícil.

Los alambres (conductores sólidos) se usan mucho para conducir la electricidad de un dispositivo eléctrico a otro. La mayoría de los electricistas llaman "líneas eléctricas" a los alambres o conductores.

Semiconductores

Los conductores tales como los metales conducen fácilmente el calor y la electricidad. Los aisladores conducen muy mal el calor y la electricidad. Entre estos materiales se encuentran los semiconductores. Estos materiales son aisladores ordinarios. Pero en ciertas condiciones se les puede hacer conducir fácilmente la electricidad. Estos materiales constituyen la base de la industria electrónica actual. El término "electró-

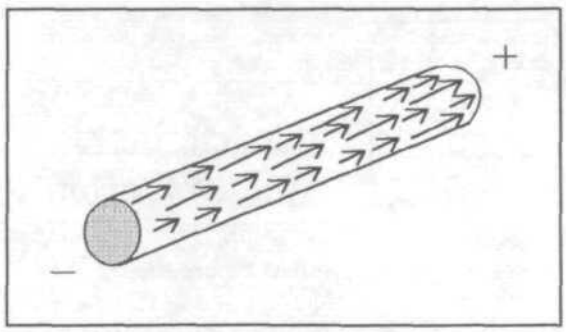


Figura 16-11. Un alambre con electrones libres que viajan del lado negativo (-) al positivo (+).

nica de estado sólido" se refiere a los dispositivos electrónicos que están formados por elementos semiconductores.

Los dispositivos comunes que se conocen como semiconductores son los transistores, los diodos y las celdas fotoeléctricas. Muchos controles modernos para motor consisten en rectificadores controlados de silicio (RCS), que son dispositivos semiconductores de conmutación.

La conductividad de un semiconductor se puede controlar mediante una señal eléctrica, por la intensidad de la luz, la presión, la temperatura y otros dispositivos de señales. Por lo tanto, los semiconductores pueden servir como relevadores y como interruptores.

La corriente alterna que produce un alternador se convierte en corriente directa por medio de diodos semiconductores. Estos son dispositivos sensibles que se pueden dañar. Tales daños pueden ocurrir, por ejemplo, si usted pone en marcha un automóvil con la conexión equivocada entre baterías.

Las celdas fotoeléctricas que se usan en los mecanismos automáticos para abrir puertas son dispositivos semiconductores de conmutación, activados por la luz.

En los trabajos de localización de averías en los motores que no estén funcionando, la causa más probable de la falla del control del motor es un diodo o un RCS semiconductores que se hayan quemado.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Los motores eléctricos pueden trabajar con un voltaje ligeramente _____ que su clasificación.
2. Los voltajes se deben comprobar con un _____.
3. Los conductores muy malos se conocen como _____.
4. Un conductor posee átomos con _____ en su estructura.
5. Los dispositivos comunes que se conocen como _____ son los transistores, los diodos y las celdas fotoeléctricas.

Respuestas

1. mayor 2. voltímetro 3. resistencias o resistores 4. electrones libres 5. semiconductores

No conductores o aisladores

Los materiales no conductores se resisten al flujo de los electrones. Sus átomos casi no poseen electrones libres. Un vacío perfecto también es no conductor.

Los no conductores son tan útiles en los sistemas eléctricos como los conductores o los semiconductores. Hay muchas partes del sistema en las cuales se debe interrumpir el flujo eléctrico (donde se necesita un aislamiento).

Algunos materiales no conductores comunes son el cuarzo, la mica, el vidrio y las sustancias orgánicas (caucho, madera, papel y plásticos).

Ley de Ohm

Enunciada por Georg Simón Ohm en 1826, la ley de Ohm es una ecuación que relaciona las tres cantidades que intervienen en un circuito eléctrico de CD: voltaje, corriente y resistencia. Los símbolos que se usan en esta fórmula son:

- E = fem (fuerza electromotriz) en volts

I = corriente en amperes (intensidad)

R = resistencia en ohms

La ley de Ohm se puede expresar de tres maneras diferentes:

$$E = IxR$$

voltaje = amperes x ohms

ó

$$I = \frac{E}{R}$$

ó

$$R = \frac{E}{I}$$

La Figura 16-12 muestra la relación de I, E y R.

De acuerdo con esta ley básica, aprendemos cómo se afectan entre sí el voltaje, la corriente y la resistencia. Entre otras cosas, sabemos que si aumentamos la resistencia disminuirá el voltaje, y que si aumenta el voltaje disminuirá la corriente.

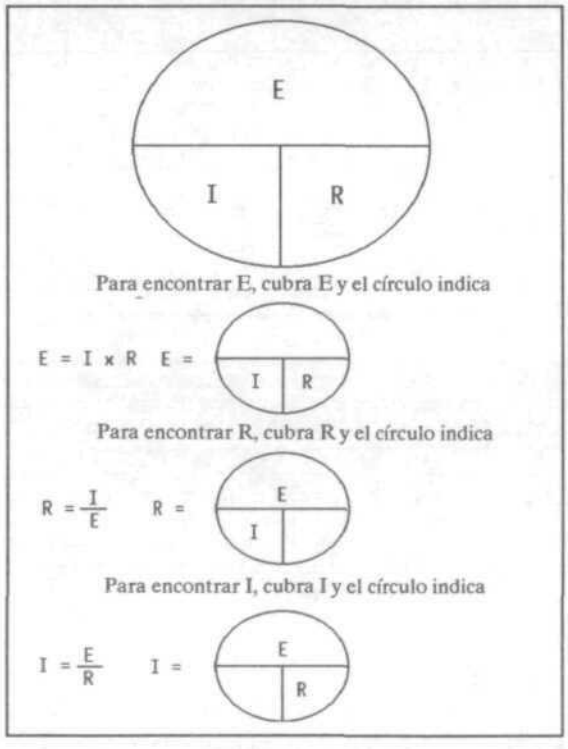


Figura 16-12. Ecuación de la ley de Ohm en forma gráfica.

Veamos un ejemplo. Si una lámpara de 240 watts toma 2 amperes a 120 volts, su resistencia se calcula como sigue:

$$R = \frac{E}{I}$$

$$R = \frac{120 \text{ volts}}{2 \text{ amperes}}$$

$$R = 60 \text{ ohms}$$

Según la fórmula I = E/R, sabemos que duplicando el voltaje de un circuito mientras la resistencia permanece al mismo valor, se duplicará el flujo de corriente y esto puede originar dificultades. La corriente se calcula de la manera siguiente:

$$I = \frac{E}{R}$$

$$I = \frac{240 \text{ volts}}{60 \text{ ohms}}$$

$$I = 4 \text{ amperes}$$

Este puede no ser un problema grave si solamente está conectada una lámpara de tamaño pequeño a una fuente de energía de 240 volts. Pero, ¿qué sucede si, por ejemplo, accidentalmente se conecta un motor eléctrico de 120 volts en una salida de corriente de 240 volts? Si el fusible no se "funde", el devanado del motor eléctrico se calentará demasiado al conducir este exceso de corriente. El aislamiento de estos alambres (conductores) se puede destruir y se puede arruinar el motor.

Esta forma de la ley de Ohm (I = E/R) también nos dice que, si aumenta la resistencia (como cuando se emplea un conductor de diámetro más pequeño o cuando existe una conexión sucia o floja) y el voltaje

permanece con el mismo valor, la corriente disminuirá. Esto causa una pérdida de potencia. El alambre se calentará o la conexión incorrecta se calentará (y hasta puede originar un incendio).

Fundamentos de los circuitos

A fin de comprender el funcionamiento de un circuito eléctrico, compárelo con un sistema de agua. Lo mismo que las tuberías para el agua, los alambres deben ser suficientemente grandes para conducir la corriente eléctrica (cantidad).

Siempre existe una pérdida en volts (presión) en un alambre conductor cuando la electricidad fluye a lo largo de éste. Esta acción se debe a la resistencia del alambre. Para relacionar esto con la presión del agua, consultemos la Figura 16-13, (A), que muestra un tubo de agua con la válvula de entrada abierta y la válvula de salida cerrada. La presión producida por las bombas de agua es del mismo valor en todo el sistema cuando está fluyendo el agua. Cuando se abre la válvula de salida, fluye el agua y baja la presión.

Veamos ahora la parte (B) de la Figura 16-13. Note que la presión baja un poco por el aumento de la distancia desde la bomba. Esta caída de presión muestra la pérdida de energía al impulsar el agua a esa distancia. La caída de presión entre los medidores C y D es la más alta, porque se necesita un esfuerzo adicional para impulsar el agua alrededor de las cuatro curvaturas.

En la Figura 16-14 se ilustra el esquema de un circuito eléctrico similar. Note que se usan símbolos eléctricos. En las partes A y B de la Figura 16-14, se extiende un alambre conductor desde el interruptor No. 1 a la resistencia, una lámpara o un motor en M. En la parte A de la Figura 16-14, el interruptor No. 1 está cerrado, pero el interruptor No. 2 está abierto. El potencial (voltaje) es de 120 volts hasta el interruptor No. 2. Sin embargo, no fluye la electricidad (circuito abierto). Por lo tanto, no existe caída de voltlaje a lo largo de la línea. Los voltímetros A, B, C y D no muestran voltaje (no

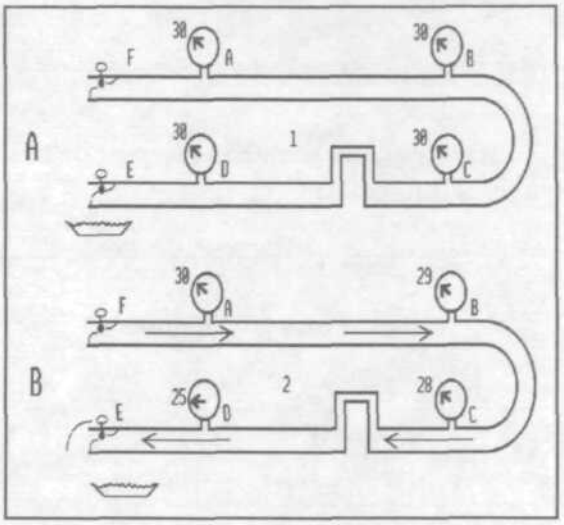


Figura 16-13. Flujo de agua comparado con el flujo eléctrico.

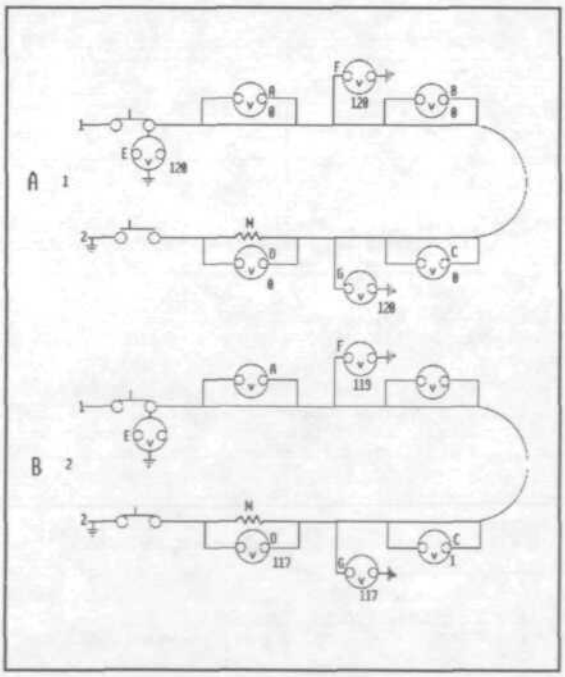


Figura 16-14. Caída de voltaje en una línea. Interruptor abierto, no hay caída de voltaje *(A)*. Interruptor cerrado, caída de voltaje *(B)*.

hay diferencia de presión) entre las conexiones de sus líneas a la línea principal. No obstante, los voltímetros en E, F y G muestran la totalidad de los 120 volts porque existe una diferencia de presión eléctrica entre la línea y la conexión a tierra.

La parte B de la Figura 16-14 muestra el interruptor No. 2 cerrado y la corriente fluyendo a través del circuito (circuito cerrado). Note que ahora hay una pequeña caída de voltaje en A. Esta caída tiene lugar en cualquier línea por la cual esté fluyendo corriente. Si la línea es suficientemente grande para conducir el flujo de corriente, la caída de voltaje será muy baja (0.001 a 0.0001 de volt). Si la línea es demasiado pequeña, la caída de voltaje será mayor. Generalmente, un alambre conductor que sea demasiado pequeño para el trabajo se puede localizar porque estará más caliente que lo usual cuando esté fluyendo la corriente eléctrica.

Note en la Figura 16-14 que la diferencia de voltaje entre la línea y la conexión a tierra es menor, en los puntos F y G de la parte B, que en la parte A. Esto se debe a la caída de voltaje en la línea hasta estos puntos de medición.

Note también que en D la caída de voltaje es de 117 volts. Esta es la diferencia de presión restante entre el alambre vivo y la conexión a tierra.

Si la caída de voltaje fuera mayor que la que se muestra en A, B y C de la parte B de la Figura 16-14, el voltaje en D sería menor. Esta es una causa grave de dificultades en un motor. La caída de voltaje reduce el voltaje del motor. Si un motor está diseñado para trabajar con 120 volts y existe una alta caída de voltaje en el circuito eléctrico, el motor perderá velocidad. Comenzará deslizando sus campos magnéticos (desacelerando mucho más abajo de su velocidad sincrónica). Esto hace que se desarrollen campos magnéticos altos en el momento incorrecto y el motor se calentará. Incluso se puede quemar.

Símbolos eléctricos básicos

Los diagramas de alambrado eléctrico usan símbolos para muchas de las partes eléctricas. La Figura 16-15 ilustra algunos de los símbolos eléctricos normales.

Volts - fuerza electromotriz (FEM). El término "fuerza electromotriz" o fem se utiliza para indicar la presión eléctrica o voltaje que hace fluir la corriente. Un volt es la fuerza electromotriz (fem) que se necesita para hacer fluir una corriente de un amper a través de una resistencia de un ohm. Para indicar volts (fem) usamos las abreviaturas E o V.

Un volt es la unidad de presión eléctrica. Es similar a la presión que se usa para hacer fluir gases o líquidos (fluidos). La presión del agua en psi (siglas en inglés para indicar libras por pulgada cuadrada) o kg/cm2 (kilogramos por centímetro cuadrado) hace fluir el agua a través de los tubos,

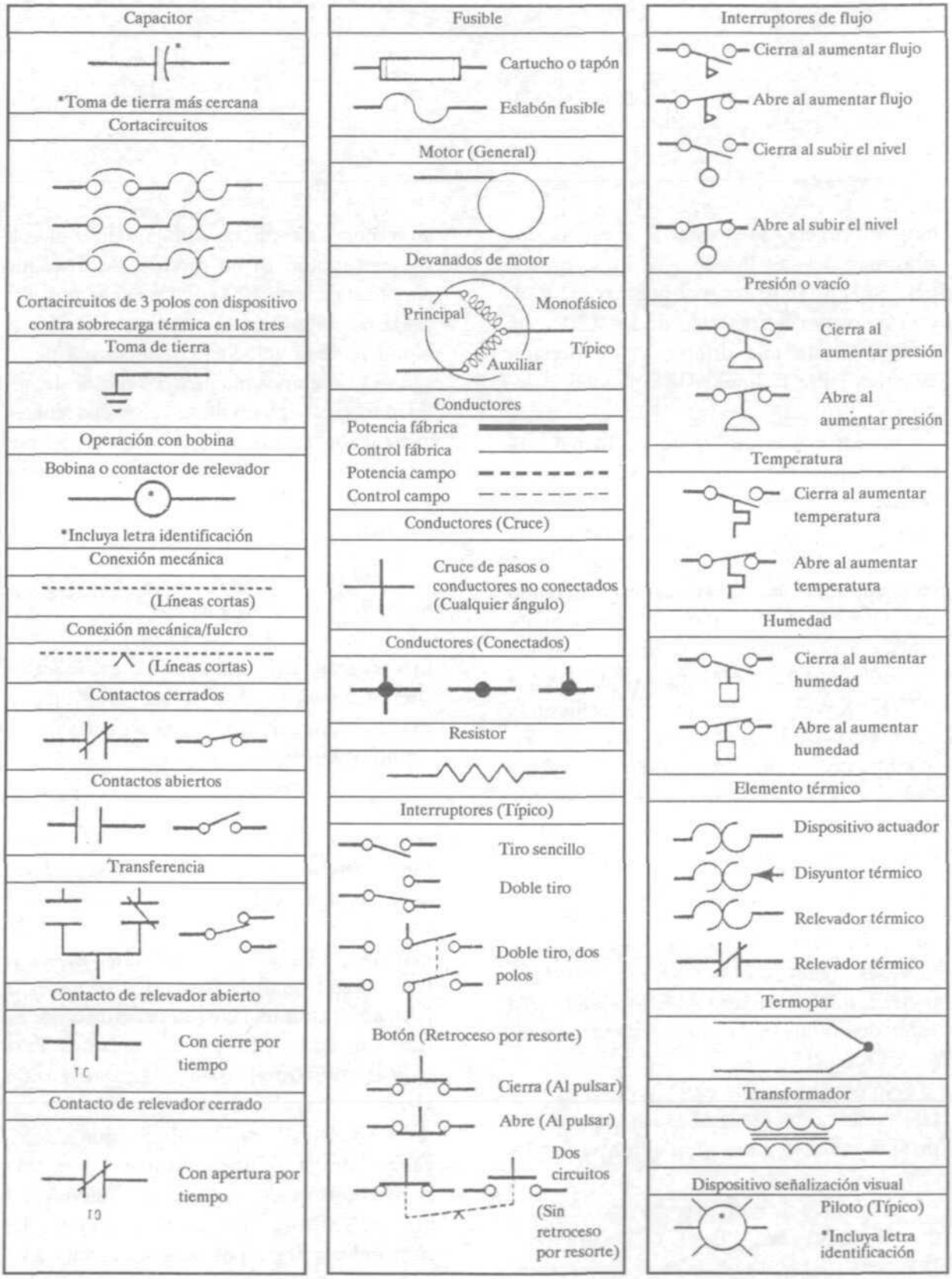


Figura 16-15. Símbolos eléctricos usados comúnmente en los diagramas de alambrado.

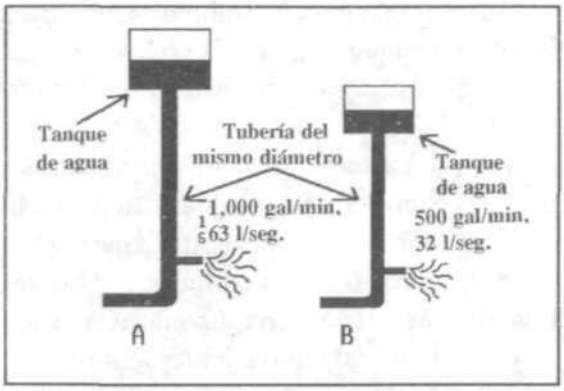


Figura 16-16. La velocidad del flujo depende de la presión.

las mangueras, las boquillas y aditamentos similares. Al aumentar la presión del agua, aumenta el flujo de la misma, como se muestra en la Figura 16-16.

En el campo eléctrico, al elevarse el voltaje aumenta el flujo de corriente. Esto se manifiesta mediante el aumento de la intensidad de la luz que emite la lámpara. En la Figura 16-17 se muestra el efecto del aumento de la presión eléctrica, el voltaje (fem), en un circuito eléctrico. Note el aumentó en la cantidad de luz que emite la lámpara en el circuito con una batería de dos celdas.

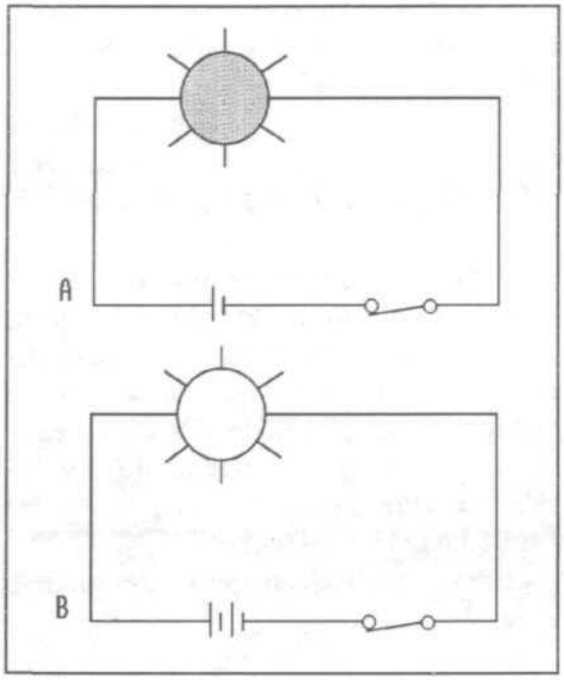


Figura 16-17. Aumento de voltaje. La lámpara muestra una intensidad baja con una celda solamente *(A).* La lámpara brilla más con dos celdas *(B).*

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegdo.

1. Su funcionamiento es similar a un sistema de agua._____
2. Símbolo que se utiliza para indicar la presión eléctrica o voltaje que hace fluir la corriente. _____
3. Número de electrones que pasan por ciento punto de un conductor eléctrico. _____
4. Unidad que mide la velocidad de flujo de la corriente. _____
5. Cantidad de amperes que fluyen a cierta presión o voltaje. _____

a volt
b. amper
c. watt
d.circuito eléctrico
e. coulomb

Respuestas

1. d 2. a 3. e 4. b 5. c

El voltaje en un circuito eléctrico de corriente directa se mide con un voltímetro para corriente directa.

Para medir el voltaje en un circuito de corriente alterna, por ejemplo la corriente del alumbrado doméstico, se debe usar un voltímetro para corriente alterna.

Coulomb (C). Un coulomb es el número de electrones que pasan por cierto punto de un conductor eléctrico. Es la cantidad de electricidad que pasa por un punto determinado de un conductor eléctrico en un segundo, cuando la velocidad del flujo de corriente es de un amper de manera constante.

El número de electrones en un coulomb es igual a 6.24×10^{18} ó

6,240,000,000,000,000,000.

Un flujo de un coulomb por segundo es igual a un amper. Esto es como la velocidad del flujo del agua en litros por minuto (lpm).

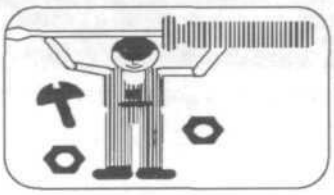
Amper (I). El amper no mide electrones sino, más bien, la velocidad del flujo de la corriente en amperes. Hay dos tipos. Uno mide el flujo de corriente directa, y el otro el flujo de corriente alterna. La mayoría de los sistemas de acondicionamiento de aire y refrigeración trabajan con un flujo de corrienta alterna.

Watts (W). La potencia es la proporción de tiempo para realizar un trabajo. Cuando los amperes (coulombs por segundo) fluyen a cierta presión (fem o volts), esta es la potencia. La potencia eléctrica se mide en watts (W) y kilowatts (kW).

Resumen

Después de acabar esta lección, tendrá ya un conocimiento de los aspectos más fundamentales de la electricidad. También estará familiarizado con los nombres de los científicos que, a lo largo del tiempo, conformaron el concepto moderno de la electricidad: William Gilbert, Sir Thomas Brown, Stephen Gray, Benjamín Franklin, Luigi Galvani; Charles Augustin de Coulomb, Alessandro Volta, Michael Faraday, etc. Comprenderá la diferencia entre corriente directa o continua, y corriente alterna: en una el flujo de electrones va a lo largo del conductor en una dirección; en la otra, alterna las direcciones. Sabrá que la electricidad estática es la que está en reposo; y la corriente la que fluye por los conductores. Conocerá asimismo los distintos tipos de generación eléctrica que hay: por medios electromecánicos, químicos, térmicos, magnéticos, etc. También sabrá diferenciar entre los dos tipos de corriente alterna: la monofásica y la polifásica. En el motor monofásico, por ejemplo, el voltaje llega al motor por un alambre conductor; en el polifásico, por varios. Ya comprenderá que los motores eléctricos se deben diseñar para usarse con la energía de la compañía eléctrica, y que deben concordar en fuerza electromotriz (volts), ciclos (hertz) y fases (monofásica, trifásica). Conoce, igualmente, el margen de tolerancia que hay cuando no concuerdan, y y dónde concluye la tolerancia y se presenta el peligro en una instalación. Aprendió ya que la mayoría de los conductores eléctricos se construyen de metal, y que unos metales

son mejores que otros como conductores. Los conductores muy malos se denominan resistores o resistencias, y la resistencia eléctrica se mide en ohms. Sabe que hay tres materiales utilizados en los sistemas eléctricos y electrónicos: conductores, semiconductores y no conductores o aisladores. Utilizando la Ley de Ohm (E = I x R), puede ahora calcular el flujo de corriente, el voltaje y la resistencia que se opone al flujo de corriente. Conoce igualmente las analogías entre un circuito eléctrico y un sistema de agua. Aprendió, por último, los símbolos eléctricos básicos; así como el significado de la FEM, el C, el I y el W.



Tareas Prácticas

Aplicación de la Ley de Ohm

Materiales que usted necesitará:

- 4 pilas secas de 1.5 volts
- 1 amperímetro de 0-10 amperes
- 1 voltímetro de 0-10 volts
- 2 ó más resistencias que sumen 6, 10 y 20 ohms
- 1 cortacorriente
- ± 2 metros de alambre calibre 14 ó 16 (unipolo)

Información previa

Se ha comprobado plenamente que el voltaje y la resistencia afectan la intensidad de la corriente eléctrica en un circuito, y asimismo que el voltaje cae (disminuye) cuando pasa a través de una resistencia. En consecuencia, las relaciones básicas entre la corriente, el voltaje y la resistencia son las siguientes:

1. La intensidad de la corriente de un circuito aumenta cuando se eleva el voltaje sin que la resistencia varíe.

2. La intensidad de la corriente de un circuito disminuye cuando se aumenta la resistencia sin que varíe el voltaje.

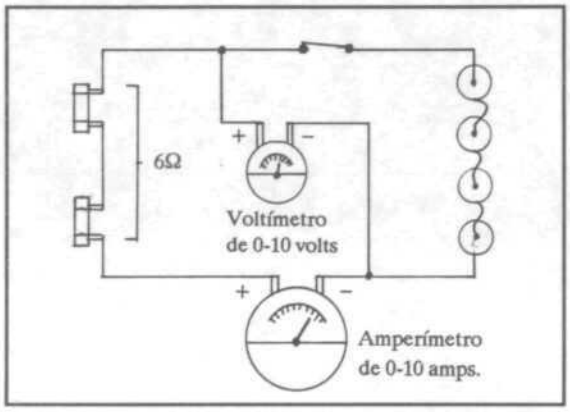
Estas relaciones que se han establecido dan forma a la Ley de Ohm, estudiada en esta lección y básica en los circuitos eléctricos. La Ley de Ohm puede enunciarse de la manera siguiente: "La intensidad de corriente de un circuito varía en forma directamente proporcional a la variación del voltaje e inversamente proporcional a la variación de la resistencia".

Lo que usted deberá hacer

Verificará la Ley de Ohm en un circuito eléctrico simple, conectado en serie.

Procedimiento

1. Conecte 4 pilas secas en serie formando una batería de 6 volts con un amperímetro de 0-10 amperes, un voltímetro de 0-10 volts, un cortacorriente y 2 ó más resistencias que sumen 6, 10 y 20 como se muestra en la figura.



2. Eligiendo intensidades de corriente deseadas, como 0.3, 0.6 y 1.0 amperes, determine analíticamente las resistencias que suministrarán esas intensidades cuando se conecten con la batería de 6 volts.

$$R = \frac{E}{R} = \frac{6}{0.3} = ?$$

$$R = \frac{E}{I} = \frac{6}{0.6} = ?$$

$$R = \frac{E}{I} = \frac{6}{1} = ?$$

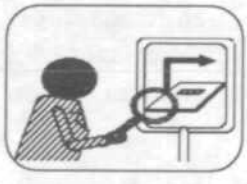
3. Ahora conecte a su circuito 2 resistencias de 3 en serie, formando una resistencia de 6 *y*, a su vez, conecte ambas en serie con un amperímetro y con la batería de 6 volts.

4. Calcule la corriente resultante (vea la lectura del amperímetro, que es aproximadamente de 1 ampere).

5. Repita la operación, primero para resistencias en serie que sumen 10 y, luego, para resistencias en serie que sumen 20 *Q.*

Conclusiones

Se utiliza la Ley de Ohm, en lugar de instrumentos, para determinar un factor desconocido de un circuito o de parte de un circuito, sobre la base de otros dos factores conocidos. Usted podrá utilizarla en vez del óhmetro, del voltímetro o del amperímetro, para hallar la resistencia, la tensión b la intensidad de corriente, siempre que conozca las dos cantidades restantes y que desee calcular la tercera. Al igual que con cualquier instrumento, la Ley de Ohm resulta más fácil de aplicar a medida que se adquiere práctica. Por eso, cuanto más a menudo la utilice, más fácil de aplicar será.



... y después, ¿qué sigue?

¿Cuántos tipos de circuitos eléctricos hay? ¿Qué es una conexión a tierra? ¿Qué ocurre cuando se registra una caída de voltaje? ¿Cómo se calcula una pérdida de potencia o la propia potencia? ¿Qué es el factor de potencia y qué relación tiene con el voltaje? ¿Cuáles son los tipos más comunes de transformador? ¿Cómo se hace una instalación correctamente? ¿Qué materiales y métodos se deben usar?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta conecta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. Quien estableció las leyes que gobiernan la atracción y la repulsión entre cuerpos cargados eléctricamente fue

a. Benjamín Franklin
b. Luigi Galvani
c. Charles Augustin de Coulomb
d. Charles du Fay

2. Quien descubrió el electromagnetismo fue

a. André Ampere
b. George Simón Ohm
c. Michael Faraday
d. Hans Christian Oersted

3. La mayoría de los circuitos de alumbrado y los utensilios emplean corriente alterna de

a. 120 volts
b. 240 volts
c. 12 volts
d. 440 volts

4. La corriente polifásica más común se denomina

a. monofásica
b. trifásica
c. directa
d. alterna

5. La Ley eléctrica que relaciona el voltaje, la corriente y la resistencia es

a. Ley de Faraday
b. Ley de Maxwell
c. Ley de Kirckoff
d. Ley de Ohm

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón, correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L416

6. Si un tostador toma 8.0 amperes de una fuente de 120 volts, la resistencia del elemento (alambre) del tostador mientras está tostando es de

a. 0.15 ohms
b. 1.5 ohms
c. 15 ohms
d. 150 ohms

7. El voltaje mínimo con el que podrá trabajar un motor eléctrico de 235 volts es

a. 223.25
b. 233.25
c. 213.25
d. 243.25

8. Un circuito que permite el flujo de electrones a lo largo cualquiera de dos o más conductores o pasos eléctricos al mismo tiempo se denomina circuito

a. en serie
b. en serie paralelo
c. en paralelo
d. recto

9. El número de watts es igual a

a. IR^2
b. 1^2R
c. IE
d. VR

10. La resistencia eléctrica se mide en

a. volts
b. ohms
c. amperes
d. watts

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. Tipos de circuitos....3
3. Conexión a tierra....6
4. Caída de voltaje y pérdida de potencia....8
5. Cálculo de potencia....10
6. Principios del transformador....12
7. Haga las conexiones correctas....16
8. Resumen....20
9. Tareas prácticas....21
10. Examen..., ...23

Circuitos eléctricos

L417-6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3
Definiciones y descripciones, 3
Tipos de circuitos, 3
- Circuitos en serie, 4
- Circuitos en paralelo, 5
- Circuitos en serie-paralelo, 5

Conexión a tierra, 6
Caída de voltaje y pérdida de potencia, 8
- Caída de voltaje, 8
- Pérdida de potencia, 9
- Corriente alterna, 9

Cálculo de potencia, 10
- Factor de potencia, 11

Principios del transformador, 12
- Características del transformador y el circuito del motor, 12
- El transformador del tipo Y, 13
- El transformador en delta cerrada, 14
- Transformador para el voltaje de la línea, 14

Haga las conexiones correctas, 16
- Tamaños de alambres, 16
- Clasificación de los conductores, 17
- Protección de los conductores, 17
- Fusibles y dispositivos de protección, 19

Resumen, 20
Tareas prácticas:
- Verificación de la correcta conexión de circuitos en serie y en paralelo, 21

Examen, 23

Introducción

La conducción de la corriente eléctrica es un trabajo que requiere de un detenido análisis para lograr los resultados que se desean en la operación de los diferentes aparatos y utensilios que requieren este tipo de energía para su impulso.

En esta lección haremos un análisis de los circuitos eléctricos, analizaremos también los fenómenos que se presentan en estos. También hablaremos de los transformadores, elementos tan necesarios para elevar o reducir el voltaje de acuerdo a las necesidades del usuario y lograr la adecuada operación de los equipos que se necesitan en la industria. Finalmente, trataremos sobre los conductores, partes de vital importancia en los circuitos eléctricos.

Aunque usted como técnico de servicio en refrigeración y aire acondicionado no requiere ser un experto en electricidad, pues existen personas altamente capacitadas para realizar cualquier trabajo de tipo eléctrico, si es conveniente que conozca los principios básicos que le permitirán resolver problemas que estén a su alcance.

Como le hemos mencionado anteriormente, estudie su lección cuidadosamente y no dude en consultar cuantas veces sea necesario para aclarar satisfactoriamente sus dudas.

Definiciones y descripciones

La lista de palabras que exponemos a continuación se va a utilizar en esta lección. Si se tropieza con algún término que no entiende, búsquelo en esta lista.

CAÍDA DE VOLTAJE *(voltage drop).* Cantidad de voltaje utilizado en el circuito por cada resistencia. Es igual a la corriente en amperes multiplicada por la resistencia en ohms.

CIRCUITO ABIERTO *(open circuit).* Es un circuito eléctrico interrumpido que detiene el flujo de la electricidad.

CIRCUITO CERRADO *(closed circuit).* Es cualquier circuito eléctrico por el que fluyen los electrones.

CIRCUITO EN PARALELO *(parallel circuit).* Es un esquema de dispositivos eléctricos en los cuales se divide la corriente y viaja a través de dos o más pasos, regresando después por un paso común.

CIRCUITO EN SERIE *(series circuit).* Paso eléctrico por el que fluyen los electrones a través de un dispositivo eléctrico antes que puedan fluir por el siguiente dispositivo.

CONDUCTOR *(conductor).* Es un cuerpo o medio capaz de conducir la corriente eléctrica.

CONEXIÓN A TIERRA *(grounding).* Paso de conducción eléctrica a tierra o a algún medio conductor que la reemplaza (masa).

FACTOR DE POTENCIA *(power factor).* Factor de Relación de la potencia consumida a la potencia suministrada.

FUSIBLE *(fuse).* Dispositivo protector que interrumpe el circuito eléctrico en que está intercalado por fusión de un elemento metálico (cinta o hilo), a causa del calor de una corriente excesiva. Es indispensable para proteger al circuito de los cortos.

PERDIDA DE POTENCIA *(power loss).* Atenuación de potencia en un circuito eléctrico debido a la resistencia. Es igual al cuadrado de la corriente multiplicada por la resistencia.

TRANSFORMADOR *(transformer).* Dispositivo electromagnético que transmite la energía eléctrica de un circuito primario a uno secundario. Al mismo tiempo aumenta o reduce el voltaje.

Tipos de circuitos

Un circuito eléctrico es un paso (o pasos) completo(s) para el flujo de los electrones. Puede consistir de una batería, dos conductores y una lámpara. Cuando los conducto-

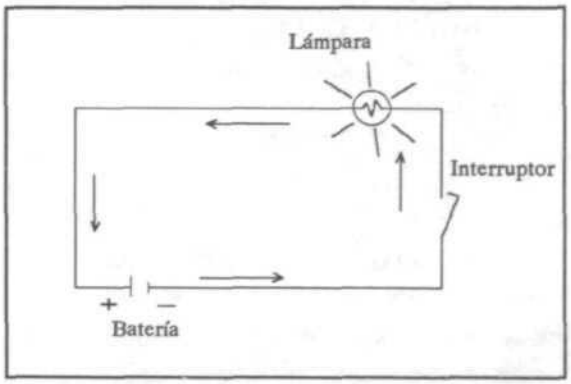


Figura 17-1. Circuito eléctrico simple con una batería, una lámpara y un interruptor.

res se contectan desde las dos terminales de la lámpara a las dos terminales de la batería y se cierra el circuito, entonces encenderá la lámpara. Esto demuestra que está fluyendo corriente eléctrica desde la batería, a lo largo de un conductor eléctrico, y regresando a lo largo del otro (consulte la Figura 17-1).

Existen dos términos que usted debe coprender: circuito abierto y circuito cerrado. Un circuito abierto significa que un interruptor u otro dispositivo eléctrico está abierto o desconectado y, por lo tanto, no puede fluir la corriente eléctrica. Se tiene un circuito cerrado cuando se cierra o se conecta un interruptor u otro dispositivo eléctrico para permitir que los electrones salgan de la fuente y regresen a ella (un paso cerrado para el flujo de electrones). Un circuito cerrado también se puede denominar circuito continuo.

Veamos la Figura 17-2 que ilustra tres tipos de fallas de circuito. La parte A muestra un circuito abierto (desconectado), lo que significa que tiene un interruptor abierto o un conductor roto.

La parte B ilustra un cortocircuito. Los electrones han tomado un camino corto de regreso a su origen. Vemos que está colocado un conductor a través de las terminales de una lámpara. La mayoría de los electrones fluirá a lo largo del paso de menos re-

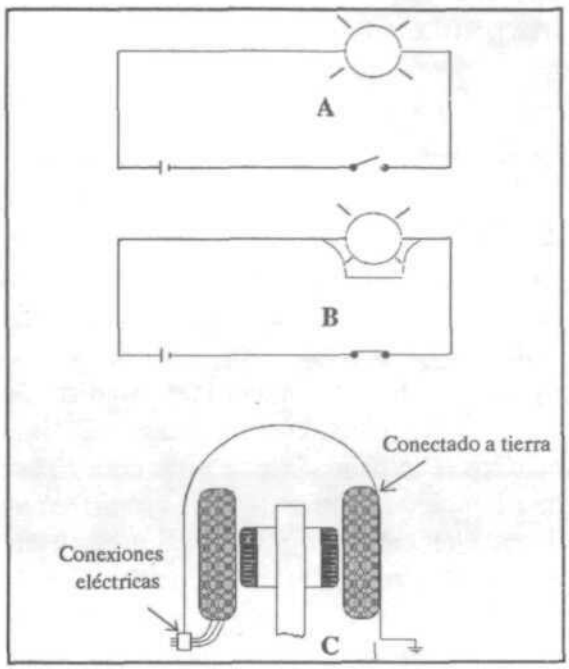


Figura 17-2. Tres problemas comunes en un circuito eléctrico. Circuito abierto *(A)*. Cortocircuito *(B)*. Circuito conectado a tierra *(C)*.

sistencia. Como éste es el conductor y no la lámpara, la luz se apagará. Otro tipo común de cortocircuito se presenta cuando dos conductores adyacentes se tocan entre sí.

La parte C muestra una condición de conexión a tierra que tiene lugar cuando un conductor toca la estructura metálica del dispositivo. Por ejemplo, esto puede suceder cuando un conductor desnudo del devanado de campo toca la armazón del motor.

Circuitos en serie

Un circuito en serie es una disposición de las partes eléctricas que exige que todos los electrones fluyan a través de todas y cada una de las partes. Consulte la Figura 17-3.

La Figura 17-3 es un circuito en serie con tres resistencias: R1 = 3 ohms, R2 = 5 ohms y R3 = 4 ohms. La resistencia total es igual a 12 ohms. Los tres amperímetros indicarán la misma lectura, 10 amperes.

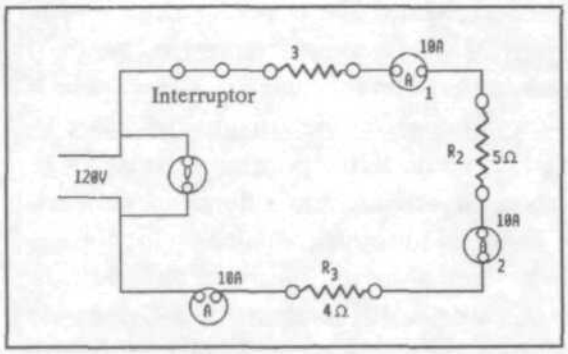


Figura 17-3. Circuito en serie.

Por cada uno de los interruptores, resistencias, lámparas y bobinas de esta figura están fluyendo los electrones. Si uno de los componentes de un circuito en serie, por ejemplo un interruptor, una lámpara o cualquier otro de ellos, interrumpe el paso de los electrones a través del mismo, entonces no trabajará el circuito.

En un circuito en serie se suman todas las resistencias para determinar la resistencia total. Hay solamente un valor de corriente.

Prácticamente todos los circuitos poseen algunos circuitos secundarios en serie formando parte de aquéllos. Por ejemplo, generalmente hay por lo menos un interruptor y una resistencia, una bobina o una lámpara en serie.

Los voltajes que se aplican en un circuito en serie se suman. Por ejemplo, el voltaje de una pila seca para lámpara de mano ordinaria es de 1.5 volts. Tres celdas para lámpara de mano conectadas extremo con extremo (en serie) nos darán 4.5 volts (1.5 x 3 = 4.5).

Circuitos en paralelo

Un circuito que permite el flujo de los electrones a lo largo de cualquiera de dos o más conductores, o pasos eléctricos, al mismo

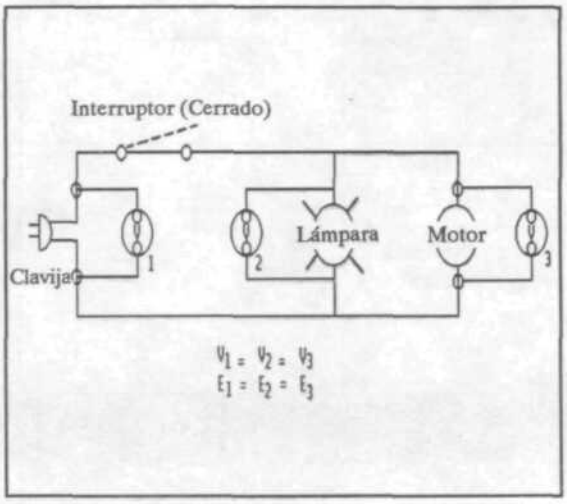


Figura 17-4. Circuito en paralelo.

tiempo, recibe el nombre de circuito en paralelo. En la Figura 17-21 se ilustra este tipo de circuito. La suma de los dos flujos de electrones es igual al flujo total de las líneas principales. Corriente total = corriente de la lámpara + corriente del motor. El flujo de electrones se basa en la resistencia de los dispositivos que absorben energía. Si la lámpara posee la cuarta parte de la resistencia del motor eléctrico, tres cuartas partes de los electrones fluirán por la lámpara y una cuarta parte lo hará a través del motor.

Notará que el voltaje E tienen el mismo valor a través de cada uno de los circuitos en paralelo.

Circuitos en serie paralelo

Algunas veces se usa una combinación de circuitos en serie y en paralelo, Algunos sistemas de refrigeración para descongelación automática los utilizan. Dos o más elementos calefactores se conectan en paralelo. A su vez, estos elementos calefactores se conectan en el sistema cuando se pone fuera de servicio el motor eléctrico del compresor. Un interruptor controlado por tiempo

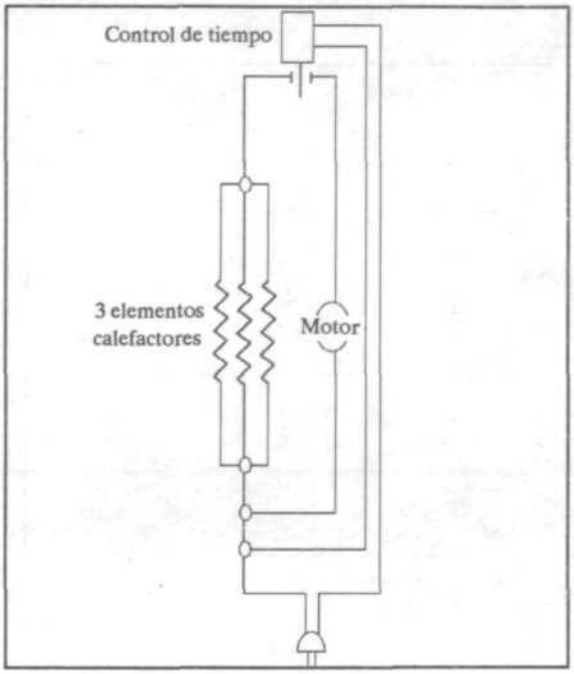


Figura 17-5. Circuito en serie-paralelo.

gobierna los elementos calefactores. Este interruptor está conectado en serie con los elementos calefactores, como se muestra en la Figura 17-5.

Conexión a tierra

La mayoría de los tipos de suelo (tierra) constituyen un conductor relativamente bueno de la electricidad. El suelo húmedo es mejor conductor que el suelo seco. En el desarrollo del teléfono y los primeros sitemas de distribución de energía, la tierra se usó frecuentemente como circuito de retorno.

Únicamente se introducía un alambre conductor en la tierra para el circuito de retorno y la electricidad fluía a través de aquélla hasta el extremo del circuito. El símbolo para la conexión a tierra es como se muestra en la Figura 17-6.

Actualmente, el símbolo de la conexión a tierra se refiere a un circuito eléctrico que se conecta al bastidor, la armazón u otra parte estructural del mecanismo. El símbolo para este tipo de conexión a tierra sigue siendo el mismo que el que se ilustra en la Figura 17-6, aunque existen otros. Para conectar a tierra un receptáculo, es una práctica común conectar eléctricamente el circuito a tierra a un tubo oportuno tubo de agua. Pero la mejor conexión a tierra es una varilla de metal introducida en el suelo, aproximadamente a una profundidad de 2.4 m.

A partir de los modelos de 1970, en los Estados Unidos de América el Laboratorio de los aseguradores (Underwriter's Laboratories) exige que todos los utensilios principales estén conectados a tierra. Por lo tanto, todas las unidades producidas después de septiembre de 1969 poseen un cordón de servicio de tres alambres conectado a tierra.

Esto se hizo por razones de seguridad. Normalmente, en un dispositivo alimentado por CA, toda la electricidad circula en los dos alambres principales. El alambre de conexión a tierra se encuentra allí solamente para el caso de que surja un desperfecto y la electricidad trate de circular a través de la caja o la armazón en lugar de por los alambres. Si sucede esto, el alambre de conexión a tierra se llevará la electricidad. Si no existiese el alambre de conexión a tierra, cualquier persona que tocara la caja o la armazón se convertirá en el alambre de conexión a tierra (y recibiría una descarga eléctrica).

Cuando instale un utensilio conectado a tierra en una casa que no posea un receptáculo de tres alambres conectado a tierra, por

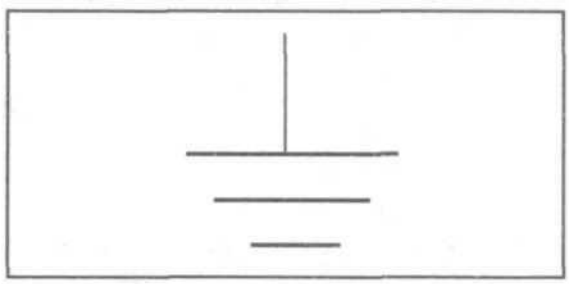


Figura 17-6. Símbolo de la conexión a tierra.

ninguna circunstancia debe usted cortar o desmontar la terminal de conexión a tierra. En responsabilidad del cliente consultar con un electricista calificado y contar con un receptáculo de pared, de tres terminales, conectado correctamente a tierra e instalado de acuerdo con el código eléctrico apropiado del país donde se encuentre.

Si se necesita temporalmente un adaptador de dos terminales, es responsabilidad personal del cliente cambiarlo por un receptáculo de tres terminales correctamente conectado a tierra. O, un electricista calificado puede conectar apropiadamente a tierra el adaptador de dos terminales de acuerdo con el código eléctrico del país que corresponda.

El código de colores estándar aceptado para los alambres de conexión a tierra es el verde, o el verde con una tira amarilla. Estas líneas de conexión a tierra no se deben usar como conductores para transmisión de corriente.

Los componentes eléctricos, tales como los motores para el compresor, el ventilador del condensador, el ventilador del evaporador, el control de tiempo para descongelación, el control de temperatura y la máquina de hacer hielo, se conectan a tierra usando un alambre individual fijado al componente eléctrico y a otra parte del aparato. Los alambres de conexión a tierra no se deben desmontar de los componentes individuales durante las operaciones de servicio, a menos que se deba desmontar y cambiar el componente.

Si alguno de los componentes conectados a tierra necesita un tipo de servicio que exija desconectar el alambre a tierra, es muy importante que se instalen de nuevo todos los conductores de conexión a tierra antes de terminar las labores de servicio. Bajo ninguna circunstancia se debe dejar desconectado un alambre de conexión a tierra. Es un riesgo potencial para el técnico de servicio y para el cliente.

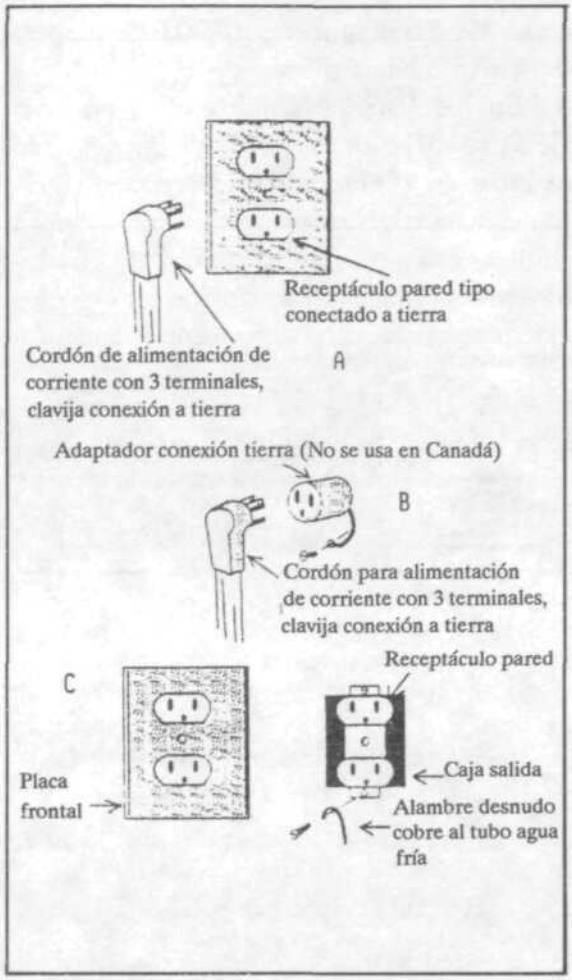


Figura 17-7. Conexión a tierra. Enchufe y receptáculo aprobados *(A).* Adaptador típico para conexión a tierra *(B).* Receptáculo de pared conectado a tierra *(C).*

La Figura 17-7(A) ilustra un receptáculo conectado correctamente a tierra. En la Figura 17-7(B) se ilustra un adaptador para conexión a tierra que se puede usar temporalmente. En la Figura 17-7(C) mostramos un método que se usa para conectar a tierra un receptáculo de tipo antiguo no conectado a tierra.

Un dispositivo que se conoce como interruptor de circuito de escape a tierra (siglas en inglés, GFCI) se recomienda para usarse en ciertos circuitos. Es un cortacircuitos y abrirá los circuitos de alimentación eléctrica si tienen un escape tan pequeño

como de 5 miliamperes (0.005 de amper) del circuito hacia tierra.

En los Estados Unidos el dispositivo GFCI se exige en las tomas de corriente de exterior, en el alumbrado externo, en piscinas de natación y similares. También se debe emplear cuando se usen herramientas portátiles con cordones de extensión en espacios exteriores. Estos dispositivos son pequeños y se pueden enchufar en una toma de corriente. Es el aparato que proporciona la mejor protección contra descargas eléctricas.

Existe una excepción a esta regla. Ciertas herramientas eléctricas portátiles, tales como los taladros, tienen el motor eléctrico aislado de la caja. Esto se conoce como doble aislamiento. Estas herramientas no necesitan conexión a tierra.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V si considera verdadera la afirmación, o la letra F *si la considera falsa.*

1.	Un circuito eléctrico es un paso (o pasos) completo(s) para el flujo de los electrones.	F	V
2.	Un circuito en serie es un esquema de las partes eléctricas que exige que todos los electrones fluyan a través de todas y cada una de las partes.	F	V
3.	El circuito que permite el flujo de los electrones a lo largo de cualquiera de dos o más conductores, o pasos eléctricos, ai mismo tiempo, recibe el nombre de circuito en serie.	F	V
4.	El suelo seco es mejor conductor que el suelo húmedo.	F	V
5.	Un dispositivo que se conoce como interruptor de circuito de escape a tierra (GFCI) se recomienda para usarse en ciertos circuitos.	F	V

Respuestas

1. V 2. V 3. F (Es circuito en paralelo) 4. F (El suelo húmedo es mejor conductor que el suelo seco.) 5. V

Caída de voltaje y pérdida de potencia

Veamos cómo se puede medir el efecto de la resistencia usando la ley de Ohm. Un ejemplo de esto seria calcular la caída de voltaje (IR). Otro seria calcular la pérdida de potencia (I^2R).

Caída de voltaje

La suma de las caídas de voltaje en un circuito siempre es igual al voltaje aplicado. La caída de voltaje a través de cualquier parte de un circuito es igual a la corriente (en amperes) multiplicada por la resistencia (en ohms) a través de esa parte del circuito

En la Figura 17-8, por ejemplo, el voltímetro muestra un voltaje aplicado de 120 volts en un circuito de refrigeración típico. El amperímetro para corriente alterna indica un flujo de corriente de 5 amperes. Entonces, esta es la forma como consideramos el circuito.

		caída de voltaje
La resistencia del alambrado del circuito es de 0.5 de ohm	5 x 0.5 =	2.5
La resistencia del termostato es de 0.5 de ohm	5 x 0.5 =	2.5
La resistencia de arranque del relevador es 1.0 ohms	5 x 1.0 =	5.0
La resistencia del motor del compresor es 22.0 ohms	5 x 22.0	110.0
El voltaje total del circuito es		120.0

Siempre hay algunas resistencias eléctricas a través de algunos controles eléctricos, relevadores o circuitos conductores. Esta resistencia puede ser tan pequeña que se requerirá un instrumento muy sensible para medirla.

Pérdida de potencia (I^2R)

La pérdida de potencia en un circuito debida a resistencia es igual al cuadrado de la corriente eléctrica multiplicada por la resistencia. Esto generalmente se expresa como pérdida de potencia I^2R = I2 x R = pérdida de potencia.

Observemos la Figura 17-8. La energía suministrada es de 120 volts. La corriente total en el circuito es 5 amperes y la resistencia total es 24 ohms.

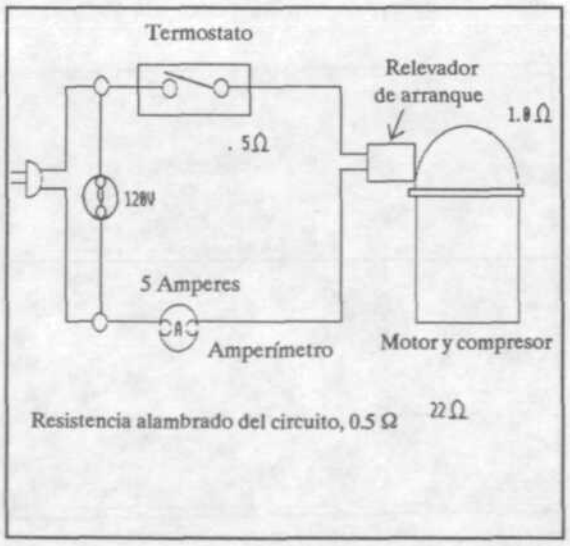


Figura 17-8. Caída de voltaje en un circuito eléctrico.

$I^2 \times R$ = pérdida de potencia
$5^2 \times 24$ = pérdida de potencia
25 x 24 = 600 watts

La potencia aplicada es igual al voltaje multiplicado por el amperaje.

5 amperes x 120 volts = 600 watts

La potencia perdida se transforma en generación de calor. Un watt convertido a calor es igual a 3.415 Btu's.

Corriente alterna

Si el flujo de corriente eléctrica es de 1/120 de segundo en una dirección y 1/120 de segundo en la otra, esto recibe el nombre de ciclo. La mayoría de la corriente alterna se genera en 60 ciclos (hertz). Esto significa que la electricidad fluye 60 veces en una dirección y 60 veces en la otra. O que, durante 1/120 de segundo, fluye en una dirección y después fluye, durante 1/120 de segundo, en la otra. Se puede decir que la corriente realiza un ciclo completo (hertz) en 1/60 de segundo.

En la Figura 17-9 se ilustra esta inversión del flujo de la corriente.

Esta figura ilustra una onda senoidal de corriente alterna de 60 ciclos (hertz o Hz). En ciertos países, algunas industrias generan

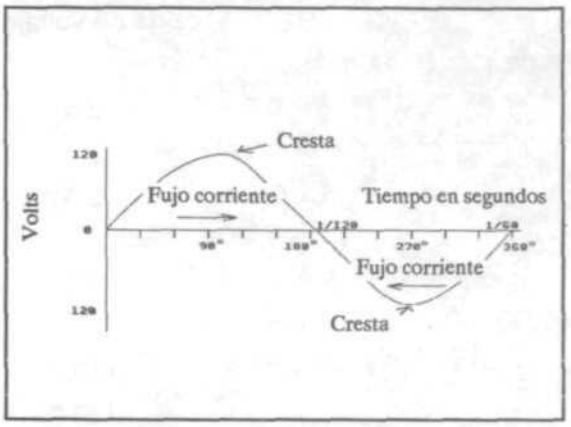


Figura 17-9. Una gráfica que muestra el flujo de una CA de 60 Hz.

corriente de 180 ciclos (hertz o Hz) para operar herramientas de mano como llaves, taladros y destornilladores. Estas herramientas de alta frecuencia no toman corrientes elevadas y no se sobrecalientan al trabajar intermitentemente.

Cálculo de la potencia

Como hemos dicho, la potencia eléctrica se mide en watts (W), kilowatts (kW) o megawatts (MW). Un watt es la velocidad a la cual se produce energía mediante una corriente de un amper que fluye bajo un potencial eléctrico de un volt. Un ejemplo simple es la velocidad a la cual se disipa calor mediante un alambre conductor conectado a una batería de un volt cuando la corriente que circula por el alambre es igual a un amper.

Podemos expresar lo anterior por medio de la fórmula de la potencia:

Potencia (watts) = corriente (amperes) x volts

$$p = I \times v$$

Veamos el ejemplo siguiente:

¿Cuál es la potencia que consume un motor eléctrico que toma una corriente de 20 amperes (A) de una fuente de energía de 120 volts (V)?

Usando la fórmula P = I x V, podemos calcular

P = 20 x 120 = 2,400 watts o 2.4 kW

Algunas veces, se da el nombre de potencial eléctrico a la fuerza electromotriz (fem).

Se conocen dos maneras de calcular la potencia que se usa. Estas son:

Potencia = corriente multiplicada por el voltaje

o

Potencia = corriente al cuadrado multiplicada por la resistencia

En la Figura 17-10 se ilustra un circuito eléctrico simple que representa un control de velocidad para un motor de CD para ventilador. Cuando el interruptor está en la posición A, el ventilador está desconectado y no fluye corriente. Cuando el interruptor se encuentra en la posición C, el ventilador posee la alta velocidad y la potencia que usa es igual a la corriente I_c multiplicada por la resistencia Rm del motor.

$$P_c = I_c^2 \times R_m$$

$$\text{La corriente } I_c = \frac{V}{R_m}$$

Si se mueve el interruptor a la posición B, el ventilador estará conectado a la velocidad baja. Entonces, la potencia es:

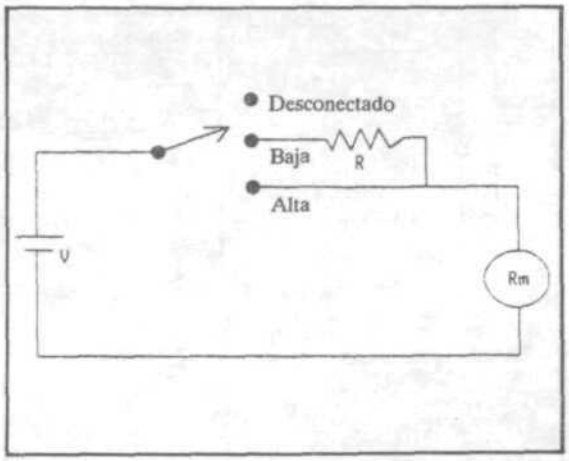


Figura 17-10. Circuito de un motor para ventilador con dos velocidades

$P_b = I_b^2 (R + R_m)$

La corriente es $I_b = \frac{V}{R + R_m}$

Entonces, $P_b = V \times I_b$

$P_b = \frac{V^2}{R + R_m}$

La potencia (Pb) que se usa con la resistencia R en el circuito es menor que la potencia (P_c) que se usa sin la resistencia. Con el interruptor en la posición de baja velocidad, la potencia que usa el motor del ventilador es más baja.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Es igual a la suma de las caidas de voltaje en un circuito. _____
2. Es igual al cuadrado de la corriente eléctrica multiplicada por la resistencia. _____
3. Forma de transformación de la energía eléctrica en un conductor. _____
4. Unidad de medida de la potencia eléctrica. _____
5. Nombre que se le da algunas veces a la fuerza electromotriz. _____

a. watt
b. calor
c. el voltaje aplicado
d. potencial eléctrico
e- pérdida de potencia

Respuestas

1. c 2. e 3. b 4. a 5. d

Factor de potencia

En un circuito de corriente directa es fácil calcular la potencia porque el voltaje nunca cambia. Pero en los circuitos de corriente alterna el voltaje siempre está cambiando. Esto es lo que significa el término alterna. El voltaje de su casa realmente se está elevando hasta 120 volts, baja a cero y vuelve a subir a 120 volts, 60 veces por segundo. Como esto ocurre tan rápidamente, cuando usted conecta un voltímetro a un circuito la lectura que obtiene será la del voltaje máximo (o el voltaje en la cresta de la onda). Pero en cualquier instante el voltaje puede ser tan bajo como cero o tan alto como el valor de la cresta.

Por lo tanto, para calcular la potencia en un circuito de corriente alterna se debe determinar un voltaje promedio. Si usted tuviera que calcularlo matemáticamente, encontraría que el voltaje promedio es igual a 0.707 multiplicado por el voltaje. Esta es otra manera de decir que el factor de potencia es de 0.707. Por supuesto, lo ideal sería que el voltaje promedio fuera igual al volta-

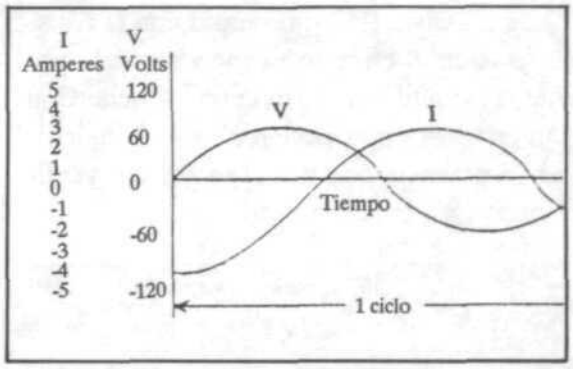


Figura 17-11. Voltaje real y voltaje medio.

je máximo. Entonces, el factor de potencia sería igual a 1.0.

Existe un par de métodos diferentes para mejorar el factor de potencia en los motores. Una manera consiste en conectar un capacitor entre las terminales del motor. Otra forma es usar corriente polifásica. Pero por la naturaleza de la corriente alterna, el factor de potencia ideal de 1.0 nunca se puede alcanzar por completo.

Principios del transformador

Las compañías eléctricas emplean varios tipos de transformadores para transformar los altos voltajes que necesitan sus plantas en los voltajes más bajos que necesitan los usuarios. Los sistemas que emplean dependen de que la energía eléctrica se utilice principalmente para residencias, para consumo industrial o para iluminación comercial.

Características del transformador *y* el circuito del motor

Los transformadores pueden elevar o reducir el voltaje de entrada, pero su uso más común consiste en bajar el alto voltaje al valor del voltaje final que usa el consumidor. La potencia que entra en los devanados del transformador se conoce como primaria y la potencia que sale de los devanados del transformador recibe el nombre de secundaria.

Los tipos más comunes de transformadores son:

- Tipo en delta abierta
- Tipo en Y (algunas veces denominado en estrella)
- Tipo en delta cerrada
- Transformador para la línea

La Figura 17-12 ilustra un diagrama de alambrado para el transformador del tipo en delta abierta. Más adelante describiremos el tipo en delta cerrada.

El voltaje de entrada de la estación de fuerza puede ser uno entre varios (pero usualmente es de 4,200), y el circuito es trifásico (tres alambres vivos). El sistema en delta abierto se diferencia del sistema en delta cerrado en que se usan dos transformadores conectados (1 y 2) en lugar de tres.

El voltaje de cada salida secundaria está diseñado para 240 volts (A a B ó B a D). En el centro del devanado secundario del 1 se conecta un alambre a tierra. Este conductor divide el voltaje entre B y D para obtener

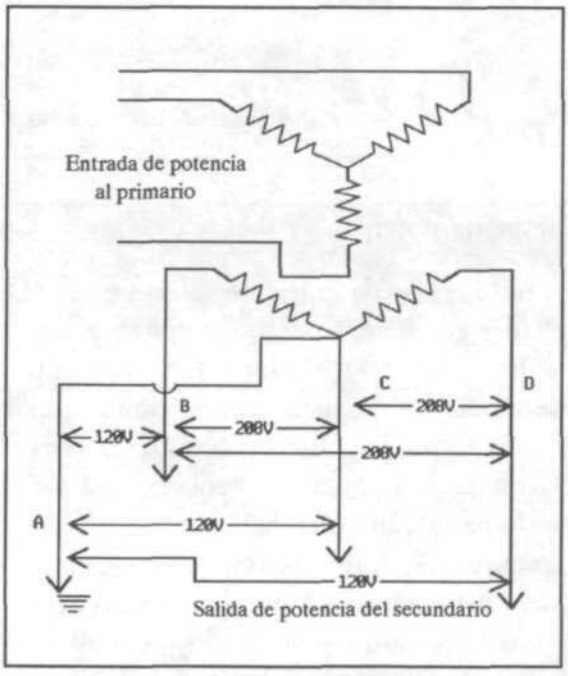


Figura 17-12. Transformador en delta abierta.

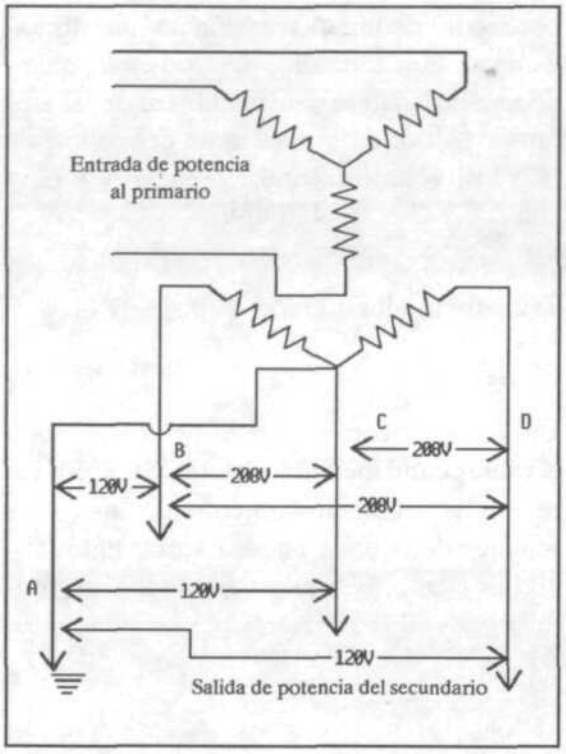


Figura 17-13. Transformador de tipo en Y.

una alimentación de 120 volts entre los alambres de B y C ó de C y D.

Transformador del tipo Y

Otro de los diseños de transformadores que usan las compañías eléctricas es el del tipo Y o en estrella, que se ilustra en la Figura 17-13. Este sistema emplea un transformador. Note que con este sistema también se puede obtener un circuito de 208 volts. De hecho, dos conductores cualesquiera de los tres producen 208 volts. Esto es posible por el ángulo que forman los dos devanados secundarios. Note en la figura que el centro de la Y está conectado a tierra en el circuito secundario. Se pueden obtener los voltajes siguientes de este transformador conectando la terminales como se indica a continuación:

A y B - 120 volts
A y C - 120 volts
A y D - 120 volts
B y C - 208 volts
C y D - 208 volts

Los circuitos de las compañías eléctricas pueden indicar hasta 212 volts en el medidor de un sistema de 208 volts, o hasta

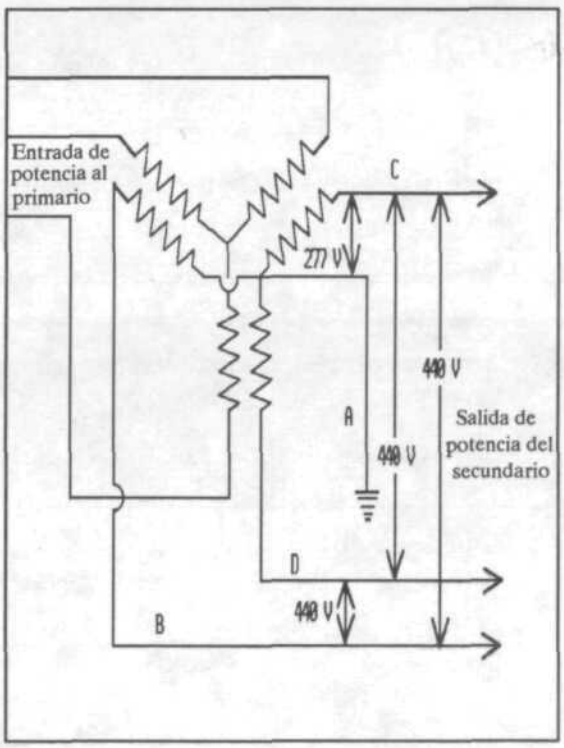


Figura 17-14. Transformador de tipo en delta cerrada.

250 volts en un sistema de 240 volts. Sin embargo, como un aumento de voltaje daña las lámparas tanto como ayuda a los motores de los compresores, las compañías eléctricas mantienen sus voltajes lo más cerca posible al valor necesario.

El transformador en delta cerrada

El sistema en delta cerrada que se muestra en la Figura 17-14 se encuentra algunas veces en las grandes industrias. El transformador no está conectado a tierra.

Para algunas unidades de refrigeración o acondicionamiento de aire con una capacidad de 15,000 a 35,000 BTU/hora (3,375 a 7,875 kilocalorías/hora) se usa un circuito de 277 volts. Esta tensión se puede obtener por medio de una derivación angular tomada de un transformador del tipo en Y, cuando una de las líneas es cualquiera de las tres ramas y la otra línea se toma del centro de la Y. El voltaje secundario entre A y B, y entre A y C es de 480 volts.

Transformador para el voltaje de la línea

Un voltaje incorrecto en la línea puede hacer que se quemen los motores para refrigeración y acondicionamiento de aire. Los voltajes de la línea pueden variar entre 5 y 10 por ciento. El equipo diseñado para fun-

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. En un circuito de corriente directa es fácil calcular la potencia porque el voltaje_____ _____cambia.
2. Existe un par de métodos diferentes para mejorar el factor de potencia en los motores. Una manera consiste en conectar un_____entre las terminales del motor.
3. La potencia que entra en los devanados del transformador se conoce como_____ y la potencia que sale de los devanados del transformador recibe el nombre de secundaria.
4. Uno de los diseños de transformadores que usan las compañías eléctricas es el de tipo Y o en _____.
5. El tipo de transformador en_____se encuentra algunas veces en las grandes industrias.

Respuestas

1. nunca 2. capacitor 3. primaria 4. estrella 5. delta cerrada

cionar con 120 volts, más o menos 10 volts, no puede operar correctamente cuando el voltaje baja a 100 volts o menos.

Cuando el equipo diseñado para un servicio de 120 volts se emplea en las líneas de 240 volts, se usa un transformador para la línea a fín de solucionar el problema de la fluctuación del voltaje. El transformador está diseñado para aumentar y reducir el voltaje de entrada según lo necesite el motor.

La Figura 17-15(A) nos muestra un diagrama de alambrado básico de un transformador de voltaje del tipo de "refuerzo y oposición." Se usa para corregir el voltaje de la línea en 120 volts. Mediante la figura podemos ver que al conectar las terminales A a B, a C o a D, elevaremos el voltaje. Si conectamos A a F, a G o a H, reduciremos la tensión. En la Figura 17-15(B), vemos cómo se ha diseñado el diagrama de alambrado de un transformador de una bobina, para cambiar un circuito de 208 volts en 240 volts. Usualmente este tipo se conoce como autotransformador.

Un voltaje de 208 volts es muy común cuando la carga eléctrica principal es por alumbrado. Se necesitará un transformador para la línea si se van a usar motores para 120 o 240 volts con las especificaciones de alimentación de corriente a 208 volts.

Algunas veces, también este tipo se conoce como autotransformador. Consulte la Figura 17-16.

Se puede obtener una salida de transformador de 120 volts usando diversas conexiones del lado de entrada que varíen de 95 a 260 volts. Como técnico de servicio, usted debe determinar primero el voltaje necesario con ayuda de la placa de identificación y las especificaciones del motor.

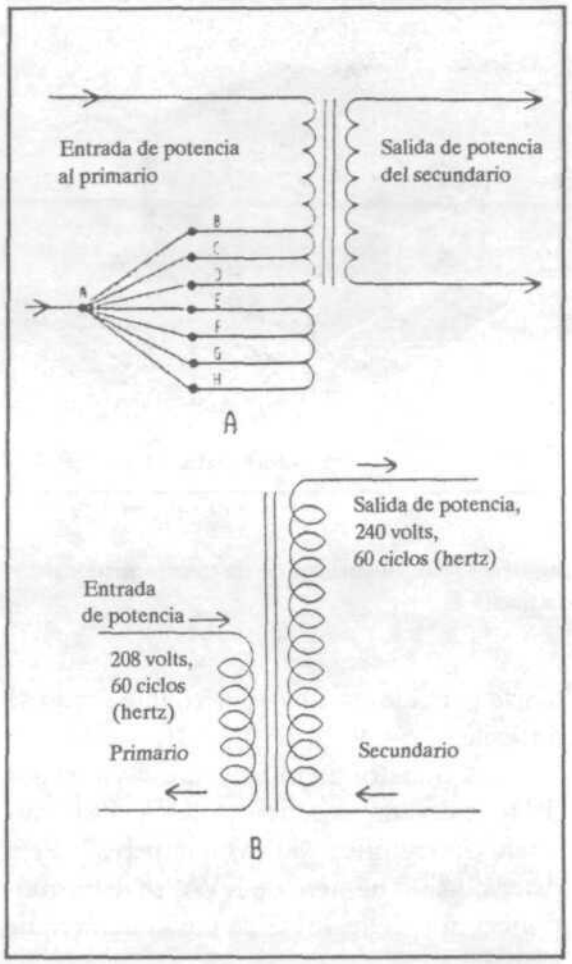


Figura 17-15. Transformadores. Diagrama del alambrado de un transformador elevador o reductor *(A).* Diagrama de alambrado de un transformador elevador *(B).*

Se usa un voltímetro para medir el voltaje y la cantidad de amperes en el motor del compresor cuando está funcionando la unidad. Después se selecciona un transformador que pueda conducir esa corriente. Se

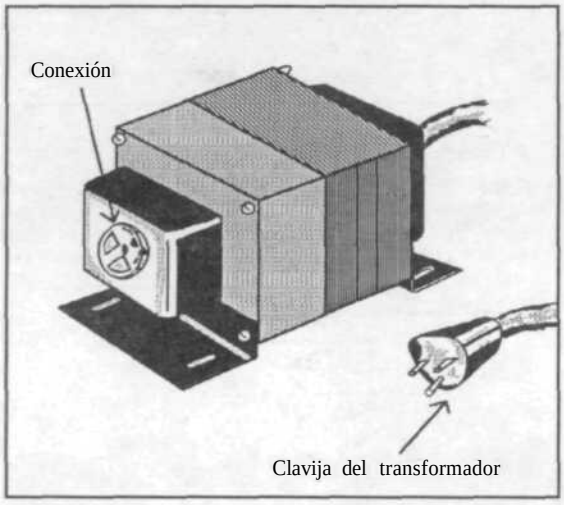


Figura 17-16. Ilustración de un transformador para la línea.

ajusta para elevar a bajar el voltaje según se necesite.

Los transformadores están clasificados de acuerdo con su salida en KVA. El término KVA significa "kilovoltamperes". Para determinar el número de KVA, se debe multiplicar el voltaje de salida por el número de amperes.

$$KVA = \frac{Volts \times Amperes}{1{,}000}$$

La carga total de los circuitos que se deben alimentar por medio del transformador, no debe ser mayor que la salida de éste. El transformador se conecta en el circuito entre la línea de servicio eléctrico y el motor. Usted debe comprobar la instalación terminada con respecto al flujo de amperes y al voltaje. Si estos valores son diferentes de la clasificación del motor, será necesario hacer ajustes adicionales.

Haga las conexiones correctas

En los Estados Unidos de América y el Código Nacional Eléctrico establece reglas y reglamentos que comprenden los materiales y métodos que se deben usar para instalar los sistemas eléctricos. Además, en algunos países muchas ciudades y comunidades cuentan con reglamentos locales adicionales. Todas las instalaciones eléctricas deben estar de acuerdo con los códigos nacionales y locales.

El Código Nacional Eléctrico trata de un tipo de alambrado que se denomina Clase 2. En general, estos circuitos se emplean para relevadores de control, timbres, sistemas de señales, comunicaciones y otros semejantes. La alimentación de corriente normalmente, se toma de un pequeño transformador que posee dos devanados. Estos transformadores tienen una capacidad de unos 100 voltamperes.

En los Estados Unidos de América, los técnicos de servicio en refrigeración y acondicionamiento de aire están autorizados para efectuar conexiones e instalaciones de la Clase 2. De acuerdo con este reglamento, la corriente del devanado secundario del transformador está limitada según el voltaje.

Tamaños **de alambres**

La capacidad de conducción de corriente de un conductor sólido depende de su diámetro. Los alambres más grandes pueden conducir una corriente más alta que los alambres más pequeños. La información que

Diámetro del conductor		
Calibre de alambres AWG	En decimales de pulgada	Ohms por 1,000 pies (305 m)
14	0.0641	2.52000
13	0.0720	2.00000
12	0.0808	1.59000
11	0.0907	1.26000
10	0.1019	1.00000
9	0.1144	0.79250
8	0.1285	0.62810
7	0.1443	0.49810
6	0.1620	0.39520
5	0.1819	0.31340
4	0.2043	0.24850
3	0.2294	0.19710
2	0.2576	0.15630
1	0.2893	0.12390
0	0.3249	0.09825

Figura 17-17. Tabla de calibres de alambre.

sigue presupone que estamos usando conductores (alambres) de cobre.

El alambre de alimentación eléctrica a los receptáculos de salida debe ser del tamaño adecuado. Las salidas de corriente de quince amperes se deben alimentar con alambre del número 12, y las salidas de 30 amperes con alambre del número 10. La Figura 17-17 muestra una tabla de los tamaños más comunes de conductor.

La resistencia del alambre del No. 10 es aproximadamente de 1.0 ohms por 1,000 pies (305 m). Un alambre del No. 7 tiene un diámetro aproximadamente dos veces mayor que el de un alambre del No. 10 y posee la mitad de la resistencia, es decir alrededor de 0.5 de ohm por 1,000 pies. Un alambre del No. 4 tiene un tamaño más o menos doble del alambre del No. 7 y su resistencia es de alrededor de 0.25 de ohm por 1,000 pies. De acuerdo con esto, podemos ver que cuando el número del tamaño del alambre se hace más pequeño, su tamaño se hace mayor y su resistencia se reduce.

Clasificación de los conductores

Se puede hacer una clasificación básica de los alambres y cables de acuerdo con el grado de cubierta que posean:

CONDUCTORES DESNUDOS. Los conductores desnudos no tienen ninguna cubierta. Su uso más común es en las líneas aéreas de transmisión eléctrica con alto voltaje.

CONDUCTORES FORRADOS. Los conductores forrados no están aislados, pero ofrecen protección contra los efectos del clima y resistencia al calor.

CONDUCTORES AISLADOS. Estos conductores llevan una cubierta aislante sobre el conductor metálico que lo aisla eléctricamente y permite agrupar varios conductores.

CONDUCTORES TRENZADOS. Los conductores trenzados están compuestos de un grupo de alambres en combinación, usualmente trenzados entre sí.

CABLES. Los cables pueden constar de dos o más conductores desnudos o aislados. En general, el término cable se aplica a los conductores de tamaño grande.

Protección de los conductores

Para el alambrado residencial (del interior de las casas) el forro o aislamiento del alambre usualmente es suficiente para proteger

conductor contra daños, y para evitar que se conecte a tierra o en cortocircuito. Sin embargo, en los edificios comerciales e industriales existe un riesgo mucho mayor de daños físicos. Por lo tanto, la mayoría de los códigos eléctricos de los diferentes países exigen que los alambres o cables se instalen dentro de un ducto. Este es simplemente un canal para soportar los alambres, los cables o las barras colectoras, y así sucesivamente. El ducto puede ser de metal o de algún material aislante.

El conduit o conducto metálico rígido es uno de los ductos mejor conocidos. En la Figura 17-18 se muestra un tipo de dicho ducto. El conduit rígido se construye de tubería de acero o aluminio que encierra todos los alambres. Se usa un lubricante para ayudar a introducir los alambres en el conduit durante la instalación. Se usan estos ductos para ocultar el alambrado en los edificios donde quedan ahogados en concreto o manipostería. Proporcionan una buena protección para el alambrado expuesto a daños mecánicos o que está en sitios peligrosos. Se pueden hacer curvaturas en el conduit rígido con un doblador para tubos muy semejante al que se usa en la tubería de cobre para el refrigerante.

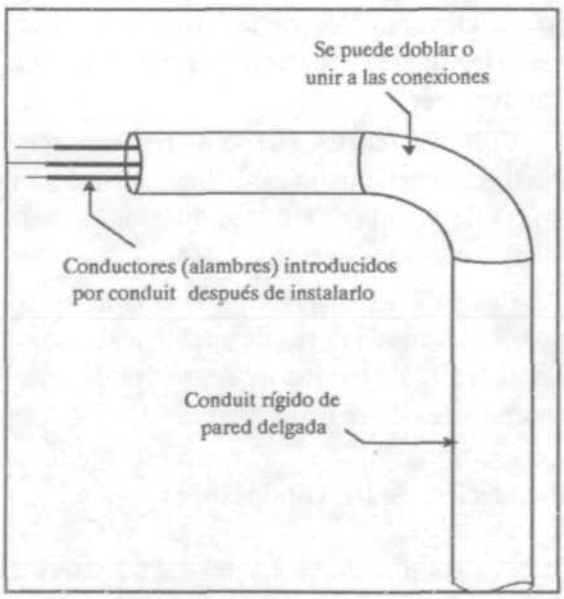


Figura 17-18. Conduit de pared delgada.

El conduit flexible (a menudo denominado Greenfield), como se muestra en la Figura 17-19, se usa en los casos en que no es conveniente el conduit rígido. El conduit flexible se forma con una tira individual de acero galvanizado, enrollada en espiral sobre sí misma y engargolada para proporcionar resistencia y flexibilidad. Fácilmente se pueden formar con él numerosos dobleces y curvaturas. Absorbe la vibración y se puede utilizar cuando es necesario hacer ajustes en la longitud (como cuando se cambia de posición un motor). El tubo Greenfield no está aprobado para localidades húmedas o peligrosas.

El conduit metálico flexible, a prueba de líquidos, que algunas veces se denomina hermético, es adecuado allá donde el aceite, el agua y ciertos productos químicos, y el ambiente corrosivo pueden pre-

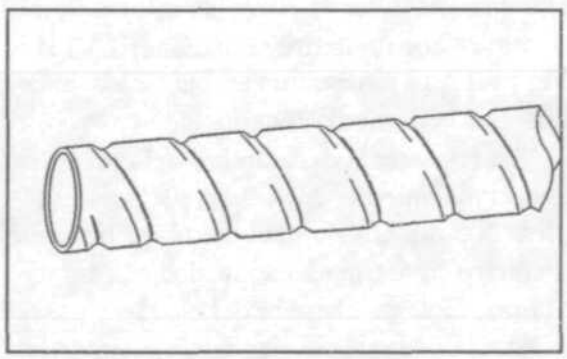


Figura 17-19. Ccnduit flexible.

sentar problemas. Es un conduit metálico flexible con una envoltura exterior a prueba de líquidos.

El cable blindado (que se ilustra en la Figura 17-20, generalmente conocido como BX, consiste en un alambre aislado cubierto con un blindaje que le da el aspecto de conduit flexible. Antes de conectarlo en una caja de empalmes, se debe cortar el blindaje desde el extremo hasta aproximadamente 20 cm del mismo.

Fusibles y dispositivos de protección

¿Por qué es necesario instalar fusibles? Se usan como medida de protección. Pero, ¿por qué se necesita esta protección? Simplemente, porque siempre que fluyen los electrones a través de un material se genera algo de calor. Aumenta la temperatura del conductor. En un conductor de baja resistencia, como el cobre, el aumento de temperatura es relativamente bajo. Pero en un conductor de alta resistencia, como el tungsteno (filamentos para lámpara) o el nicromo (elementos calefactores), el aumento de temperatura es mayor.

El punto que se debe recordar es que, para cada conductor de cierto material y de cierta dimensión, el aumento de temperatura limita la cantidad de corriente que puede fluir con seguridad. Una sección de cobre de un cuarto de pulgada (6.4 mm) y un pie (30.5 cm) de largo no puede conducir tanta corriente eléctrica sin sobrecalentarse como una sección de cobre de media pulgada (12.7 mm) de la misma longitud.

Por la misma razón, los circuitos de los ramales de 15 amperes de una casa tienen conductores de cobre que pueden dejar pasar 15 amperes sin sobrecalentarse. Si se presenta un cortocircuito, la resistencia baja prácticamente a cero y fluyen cientos o miles de amperes a través del alambre. Sin un fusible, el aumento de temperatura producido por esta corriente excesiva sobrecalentará los conductores para 15 amperes. Finalmente se pueden quemar, tal vez produciendo un incendio.

Si observa el interior de un fusible encontrará una pequeña tira delgada de metal. Toda la corriente para el circuito atra-

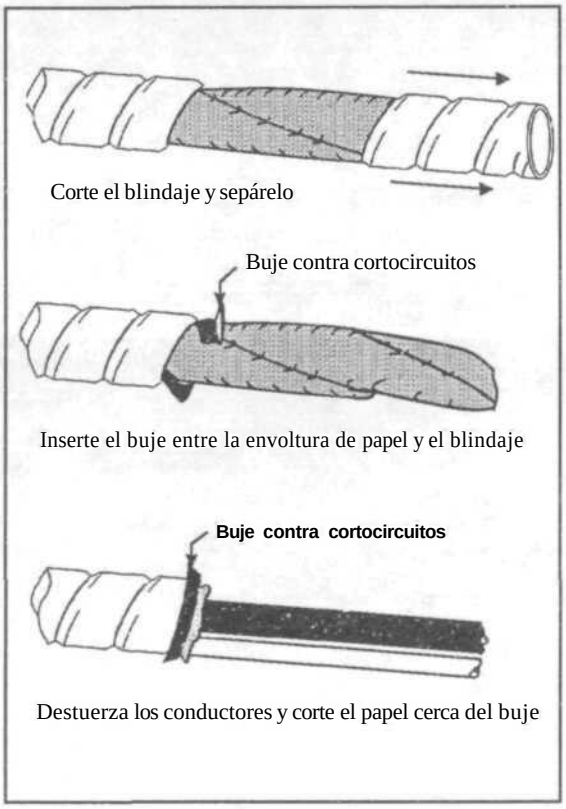


Figura 17-20. Cable blindado o BX.

viesa esta tira. Como usted sabe, cuanto menor es el tamaño del conductor, menos corriente puede conducir. Entonces, el tamaño de esta tira se ha calculado cuidadosamente de manera que pueda conducir la cantidad de corriente nominal del circuito, pero no más. Si la corriente del circuito aumenta por arriba del valor de clasificación de carga, entonces, en lugar de que el alambre se caliente y dé inicio a un incendio, se funde el fusible. Esto interrumpe el flujo de corriente antes de que ocasione cualquier daño al alambrado y nos permite saber que algo está mal.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Instrumento que se usa para medir el voltaje. _____
2. Elemento eléctrico que se conecta en el circuito entre la línea de servicio eléctrico y el motor. _____
3. Elemento del cual depende la capacidad de conducción de corriente de un conductor sólido. _____
4. Tipo de conduit a prueba de entrada de líquidos. _____
5. Elemento que se usa como medida de protección en los circuitos. _____

a. diámetro
b. fusibles
c. transformador
d. voltímetro
e. conduit metálico flexible

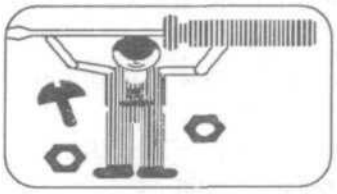
Respuestas

1. d 2. c 3. a 4. e 5. b

Resumen

Al acabar esta lección, conocerá que hay tres tipos de circuitos eléctricos: en serie, en paralelo y en serie paralelo, y también sabrá describirlas. Comprenderá la importancia de la conexión a tierra, que solamente se hace por si surge un desperfecto y la electricidad trata de circular a través de la caja o la armazón en vez de por los alambres.

Cuando esto pase, el alambre conectado a tierra se llevará la electricidad. Estará ya familiarizado con la naturaleza y el cálculo tanto de la caída de voltaje como de la pérdida de potencia, así como con el concepto de potencia y su cálculo. Conocerá igualmente lo que es el factor de potencia y cómo se obtiene, y cómo no toda la potencia suministrada es medible. También sabrá que un transformador es un dispositivo electromagnético que transfiere la energía eléctrica desde un circuito primario a uno secundario con variaciones de voltaje. Y qué son el transformador de tipo Y, el transformador en delta cerrada y el transformador para el voltaje de la línea. En el aspecto práctico, conocerá los requisitos de una conexión eléctrica correcta: qué tamaño de alambres emplean y qué tipo de conductores (desnudos, forrados, aislados o trenzados). Sabrá, igualmente, que los cables y alambres deben ser instalados dentro de un ducto, y que ese ducto se conoce a veces como conduit, el cual puede ser rígido o flexible según las circunstancias. Habrá aprendido, por último, la extrema importancia de los fusibles como dispositivo de protección.



Tareas Prácticas

Verificación de la correcta conexión de circuitos en serie y en paralelo

Materiales que usted necesitará

- 4 pilas secas de 1.5 volts
- 3 portalámparas
- 3 focos de 250 miliamperes
- 1 voltímetro de 0-10 volts
- 1 amperímetro de 0-10 volts
- 1 cortacorriente

Información previa

Cuando usted conecta resistencias extremo con extremo se dice que las conecta en serie. Si todas las resistencias de un circuito están conectadas extremo con extremo, de manera que sólo exista un camino único para el flujo de corriente, forman un circuito en serie. Cuando usted conecta resistencias, una junto a otra, con sus extremos unidos, se dice que están conectadas en paralelo. En una conexión así hay más de un sólo camino para el paso de la corriente; y si las resistencias de un circuito están conectadas de ese modo, se trata de un circuito en paralelo. Las pilas conectadas en paralelo para formar una batería ofrecen, igualmente, más de un solo camino a la corriente en el interior de dicha batería, suministrando entonces cada una de las pilas sólo parte de la corriente total de la batería.

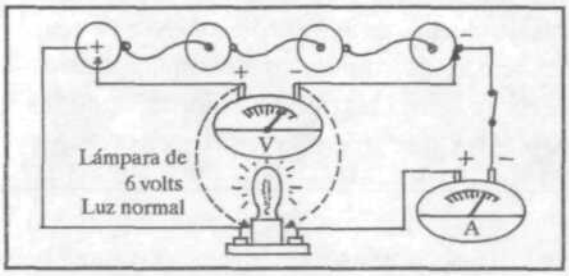
Lo que usted deberá hacer

Realizará la conexión corriente de un circuito en serie y de un circuito en paralelo.

Procedimiento

1. Conecte 4 pilas secas en serie, formando una batería de 6 volts como fuente de tensión.

2. Conecte el voltímetro con los terminales de la batería, e instale un amperímetro en serie con el terminal negativo de la batería, a fin de comprobar la intensidad del flujo de corriente que sale de la misma.



3. Con el amperímetro en serie, conecte un sólo portalámpara con la batería e inserte en él una lamparita de 6 volts.

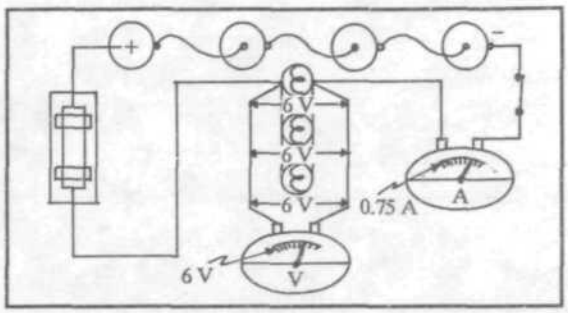
4. Observará que la lámpara se enciende normalmente y que el amperímetro indica alrededor de 0.5 amperes.

5. Ahora retire el voltímetro y conéctelo directamente con los terminales de la lámpara. Observará que el voltaje de ésta es de 6 volts.

6. A continuación conecte 4 pilas secas en serie, formando una batería de 6 volts como fuente de tensión.

7. Conecte 3 portalámparas en paralelo e inserte, en cada una de ellas, foquitos de 250 miliamperes, según se muestra en la figura siguiente.

8. Verá usted que cada foquito se enciende con la misma intensidad, como si fuese uno solo; y que para las 3 portalámparas, la intensidad de la corriente del circuito es de 750 miliamperes.

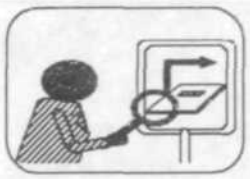


9. Comprobará también que la cifra que indica el voltímetro en los terminales de la batería no cambia, aunque se conecten uno, dos o tres foquitos.

10. Retirando las tomas del voltímetro de los terminales de la batería, conecte el instrumento en los terminales de cada portalámpara, uno por uno. Comprobará usted que el voltaje es el mismo para cada una de las lámparas, y que es igual que el de la fuente de tensión, es decir que el de la batería.

Conclusiones

Mediante esta tarea práctica, usted habrá podido darse cuenta de que tanto los circuitos en serie como los circuitos en paralelo cumplen con sus objetivos si las conexiones se hacen correctamente. En su trabajo como técnico de servicio en refrigeración y aire acondicionado, estará tratando normalmente con circuitos en serie y en paralelo. Por ello es muy importante que los conozca bien, a fin de optimizar su uso.



...y después, ¿qué sigue?

¿Qué es un equipo para pruebas? ¿Cuáles son las cuatro funciones del ohmetro? ¿Qué significan las siglas VOM? ¿Cómo se verifica el voltaje de la línea y la pérdida de tensión del voltaje? ¿Cómo se comprueba el factor de potencia del capacitor? ¿Qué es un vacuómetro? ¿Cómo se prueba el voltaje producido por las termocuplas de los dispositivos pilotos de seguridad?

¿Qué instrumento funciona como condensador auxiliar? ¿Cómo se identifican los relevadores defectuosos?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. Un circuito eléctrico es un paso (o pasos) completo(s) para el flujo de

a. protones.
b. electrones.
c. neutrones.
d. quarks.

2. La resistencia total en un circuito en serie es igual a

a. la resta de todas las resistencias.
b. la multiplicación de todas las resistencias.
c. la división de todas las resistencias.
d. la suma de todas las resistencias.

3. El código de colores estándar aceptado para los alambres de conexión a tierra es el verde o el

a. verde con una tira amarilla.
b. azul.
c. amarillo.
d. negro.

4. La pérdida de potencia en un circuito que recibe una energía de 120 volts, con una corriente de 10 amperes y una resistencia total de 30 ohms es

a. 300 watts.
b. 30 watts.
c. 3,000 watts.
d. 30,000 watts.

5. Para calcular la potencia en un circuito de corriente alterna se debe determinarun

a. amperaje medio,
b.wattaje medio.
c. resistencia media.
d. voltaje medio.

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón, correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L417

6. **Para algunas unidades de refrigeración o acondicionamiento de aire con una capacidad de 15,000 a 35,000 BTU/hora** (3,375 a 7,875 **kilocalorías/hr) se usa un circuito de**
   a. 267 volts.
   b. 277 volts.
   c. 287 volts.
   d. 257 volts.

7. **Las salidas de corriente de quince amperes se deben alimentar con alambre del número**
   a. 10.
   b.8.
   c. 12.
   d. 14.

8. **El conduit rígido se construye de tubería de acero o**
   a. aluminio.
   b. bronce.
   c. acero.
   d. hierro.

9. **Para cada conductor de cierto material y de cierta dimensión, el aumento de temperatura limita**
   a. el voltaje.
   b. la cantidad de corriente que puede fluir con seguridad.
   c. la potencia generada.
   d. la resistencia.

10. **Sin un fusible, el aumento de temperatura producido por la corriente excesiva sobrecalentará los**
    a. transformadores.
    b. relevadores.
    c. capacitores.
    d. conductores.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

SISTEMAS DE Refrigeración YAIRE ACONDICIONADO

CONTENIDO

Introducción 3

1. Definiciones y descripciones 3
2. Selección y cuidado de los equipos para pruebas 4
3. Distintos tipos de equipos para pruebas 8
4. Diez reglas de seguridad 14
5. Precauciones para la seguridad personal 15
6. Resumen 17
7. Tarea práctica 17
8. Examen .., ... 19

Selección y cuidado de los equipos para pruebas

L418 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3
Definiciones y descripciones, 3
Selección y cuidado de los equipos para pruebas, 4
Distintos tipos de equipos para pruebas, 8
- Voltímetro, 8
- Ohmetro, 8
- Amperímetros, 9
- Voltio-Ohmio-Miliamperímetro (VOM), 10
- Wattímetro, 10
  - Volt-Wattímetro, 10
- Analizador de capacitores, 11
- Medidor de temperatura, 11
- Vacuómetro, 12
- Milivoltímetro, 12
- Detector electrónico de fugas, 12
- Probador del termostato, 12
- Analizador hermético, 13
- Analizador de relevadores potenciales, 13

Diez reglas de seguridad, 14
Precauciones para la seguridad personal, 15
Resumen, 17
Tarea práctica:
- Conocimiento del manómetro, 17

Examen, 19

Introducción

En su labor como técnico de servicio en aire acondicionado y refrigeración, se verá en la necesidad de trabajar con diferentes instrumentos de medición, que le ayudarán a diagnosticar los problemas que se le presenten en diferentes partes del sistema. Por lo tanto, es muy importante que usted conozca las características básicas de estos aparatos, así como la manera de utilizarlos de tal manera que no sufran desperfectos costosos para usted.

En esta lección le daremos a conocer algunos conceptos que le permitirán seleccionar adecuadamente sus aparatos de medición, así como darles el cuidado que éstos requieren. También le hablaremos en detalle acerca de estos diversos aparatos que usted empleará cotidianamente. Para completar la información, le daremos a conocer las reglas de seguridad que le ayudarán a conservar sus instrumentos en buenas condiciones y a evitarle riesgos de tipo personal que le pudiesen ocasionar un accidente.

Como en todas las lecciones, le recomendamos que ponga toda su atención en el estudio de la misma para que obtenga el máximo provecho, y no dude en hacer las consultas que estime necesarias.

Definiciones y descripciones

Antes de que comencemos, estudie los siguientes términos, relacionados con los equipos para pruebas. El conocimiento de estas palabras y frases le proporcionará una ventaja inicial para el estudio y aprovechamiento de esta lección.

AMPERIO *(ampere).* El amperio es una unidad de medida de la fuerza de la corriente eléctrica. Se puede considerar también como la velocidad a la que fluyen los electrones Un amperio es igual a un culombio por segundo. En otras palabras, cuando un culombio pasa por un punto determinado de un circuito eléctrico cada segundo, la velocidad del flujo es de un amperio.

Hay que pensar en los amperios como en la velocidad del flujo o la fuerza de la corriente. Veamos un ejemplo. La bombilla eléctrica o foco de uso común en las casas generalmente necesita 1/2 amperio. Ahora, si medimos un haz de luz de 90 centímetros, veremos que el reflector que lo produce posiblemente necesite hasta 150 amperios. ¿Cuál de los dos requiere una corriente más fuerte? El reflector. De manera que podemos decir que, el reflector es 300 veces más fuerte que la bombilla.

El amperio, una unidad de medida, es llamado así en honor de André Marie Ampere, un científico francés. (Esta información le puede servir para iniciar una plática en una reunión informal.)

Escrita como una ecuación, esta medida se ve así:

- 1 amperio = 1 culombio por segundo

CAPACITOR *(capacitor).* Es un dispositivo eléctrico que puede almacenar energía eléctrica. También se denomina condensador.

CIRCUITO *(circuit).* El circuito consiste de tubos, conductos o alambrado eléctrico que hace posible el flujo desde la fuente de energía a lo largo del circuito, y el regreso a la fuente de energía.

CIRCUITO EN SERIE *(series circuit).* El circuito en serie es el arreglo de los dispositivos eléctricos de manera tal que la comente pase a través de cada uno de ellos uno tras otro.

CONDUCTORES ELÉCTRICOS *(electrical conductors).* Los conductores eléctricos (alambres) son los tubos o conductos de los circuitos eléctricos. La resistencia de estos alambres depende de cuatro cosas:

- El diámetro del alambre
- La longitud del alambre
- El tipo del alambre
- La temperatura del alambre

CULOMBIO *(coulomb).* Son unidades de medida para las cantidades de electricidad. El electrón se puede considerar como una cantidad de electricidad. No obstante, el electrón es realmente demasiado pequeño para que se pueda utilizar como estándar de medida. Se necesita una unidad más grande.

Debido a ello, la unidad de medida de la cantidad de electricidad se llama culombio, así nombrada por Charles Coulomb, un físico francés. Un culombio se compone de $6{,}28 \times 10^{18}$ de electrones, es decir de 6,28 x un trillón de electrones.

DESCONEXIÓN *(cut-out).* Esta es la temperatura o presión a la que un juego de contactos abre un circuito eléctrico.

ELECTRON *(electrón).* El electrón es uno de los componentes básicos del átomo. Lleva una carga eléctrica negativa.

INTERCALACIÓN *(cut-in).* Esta es la temperatura o presión a la que un juego de contactos completa un circuito eléctrico.

LEY DE OHM *(ohm's law).* Esta ley declara que, en un circuito eléctrico, la corriente es igual a la presión dividida por la resistencia. Para calcular la ecuación, la corriente es igual a la presión entre la resistencia.

En la ecuación, se utilizan letras que representan las palabras corriente, presión y resistencia.

Así es la ecuación:

E = presión (la fuerza electromotriz) en voltios

I = intensidad de la corriente en amperios

R = resistencia en ohms

Así, I es igual a E entre R, o $I = \frac{E}{R}$

OHM *(ohm).* Un ohm es una unidad de medida de la resistencia de un conductor al flujo de los electrones.

RESISTENCIA *(resistance).* La resistencia es lo que se opone al flujo de la corriente eléctrica.

VACIO *(vacuum).* Esta es una reducción de la presión por abajo a la presión atmosférica. Por lo general, el vacío se expresa en pulgadas de mercurio (Hg) o en micrones.

VOLTIO *(volt).* Nombrado en honor del físico italiano Alessandro Volta, el voltio es una unidad de medida de la fuerza electromotriz (potencial).

Selección y cuidado de los equipos para pruebas

Los instrumentos para pruebas se cuentan entre las herramientas más valiosas para el técnico de servicio que trabaja en el cada vez más importante campo de la refrigeración y el aire acondicionado. Familiarícese con su equipo para pruebas, y conozca cómo usar cada instrumento. Los instrumentos le sirven para realizar con más cuidado los trabajos de servicio, así como para trabajar con más rapidez. Claro está que si hace su trabajo de manera más rápida y cuidadosa, usted ahorrará tiempo y su cliente ahorrará costos de mano de obra. O sea que no perderá el tiempo cambiando piezas que realmente no necesitan cambiarse, lo cual siempre es bueno. Para conservar a sus clientes, es importante que estén satisfechos con sus servicios.

Cuando comience su carrera como técnico de servicio compre herramientas de calidad para su trabajo. Tal vez al principio le parezca que es una inversión muy grande, pero tenga en cuenta que trabajará con ellas

durante muchos años. A la larga, siempre es beneficioso contar con buen equipo desde el principio. No pierda tiempo y dinero comprando herramientas en ofertas que después tenga que reemplazar cada mes.

Para comprar sus herramientas de manera organizada, prepare una lista de compras. Conviene que la lista tenga tres columnas. En la primera, anote todas las herramientas que sean esenciales para su trabajo. En la segunda, escriba aquellas cosas que le servirían, pero sin las cuales puede arreglárselas hasta que tenga el dinero necesario para comprarlas. En la tercera columna, ponga los artículos de lujo. Estos son todas aquellas cosas que le facilitan mucho el trabajo, pero que le resultan un lujo cuando apenas está iniciando su carrera.

Su primera caja de herramientas debe incluir todo lo que anotó en la primera columna. Gradualmente, conforme se lo permitan sus ingresos, hágase de las cosas escritas en la segunda columna. Por último, una vez que tenga cierta holgura económica, dése el gusto de comprar algunos de los artículos de lujo de la tercera columna.

No estamos diciéndole que el precio no deba importarle. Por ejemplo, supongamos que usted encontró un instrumento que puede desempeñar distintas funciones. También descubrió que puede comprar varios instrumentos con los que abarcaría todo lo que puede hacer con el de uso múltiple. ¿Cuál cree usted que sería la mejor compra? Tiene usted razón. El instrumento de uso múltiple le costará menos que comprar un instrumento para cada una de las distintas funciones.

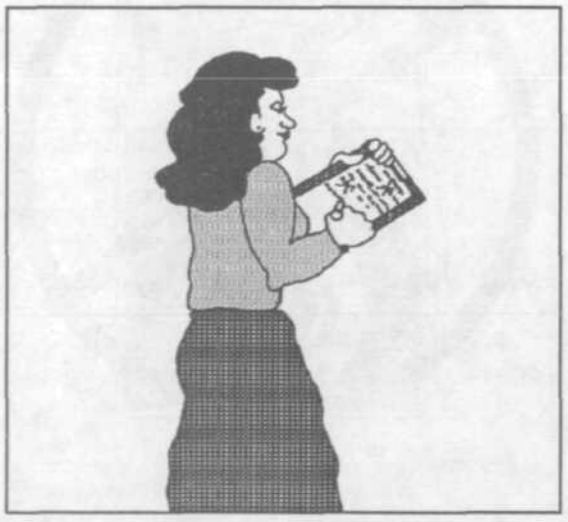


Figura 18-1. Para seleccionar su equipo, conviene que haga una lista.

Por otra parte, podría suceder que el instrumento de uso múltiple resultara muy complicada en su manejo. De modo que tal vez fuera conveniente comprar tres distintos instrumentos en vez de uno solo que hace tres cosas. Además, en caso de que tuviera que arreglar alguna de esas herramientas, todavía dispondría de las otras dos para trabajar.

Como puede ver, todo depende de las necesidades que tenga uno. Así que utilice su sentido común.

Cuando llegue el momento de adquirir sus herramientas, deberá tomar en cuenta varios factores.

Al igual que todas las otras herramientas, su equipo para pruebas no durará toda la vida, y es posible que pasado algún tiempo ya no funcione bien. Sin embargo, no intente repararlo usted mismo. Las reparaciones importantes de las piezas internas deben ser hechas siempre por personas que estén debidamente preparadas para hacer dichos trabajos.

Casi todos los instrumentos necesitan ser ajustados de vez en cuando. Así se tiene la seguridad de que las mediciones son correctas y confiables. Los instrumentos tienen un dispositivo para calibrarlos, el cual también se debe verificar. Preste atención a las recomendaciones de los fabricantes para calibrar y ajustar los instrumentos.

Los movimientos de algunos medidores son sensibles a la posición. Hay medidores que miden con más precisión cuando se en-

Figura 18-2. Deje que el especialista haga las reparaciones de las piezas internas de los equipos para pruebas.

cuentran en posición horizontal. De hecho, cualquier instrumento debe ser colocado en la posición apropiada cuando se utilice para calibrar. Igualmente, todos los instrumentos tienen un punto determinado en el que debe reposar la aguja cuando no están siendo utilizados. Este punto se llama punto cero o nulo.

Los alambres de prueba de los instrumentos se deben verificar con regularidad. Es necesario comprobar que no estén desgastados ni que el aislante se haya deteriorado. Cuando los alambres de prueba de un instrumento estén rajados o gastados, es necesario reemplazarlos. Esto no representa ningún problema. Algunos alambres se pueden sustituir por sondas estándar, que se pueden comprar en cualquier tienda de artículos eléctricos. Sin embargo, hay instrumento cuyos alambres se pueden reemplazar solamente con alambres producidos por el mismo fabricante.

Es imprescindible que haya un contacto firme entre el alambre y el instrumento. Si la unión del alambre está floja, es posible que las lecturas que dé el instrumento sean incorrectas.

Hay un dispositivo especial que mueve la aguja de un lado a otro de la carátula del medidor. Es importante que este dispositivo se encuentre bien lubricado, pues de lo contrario podría dañarse. De hecho, la falta de lubricación puede causarle tanto daño al instrumento como el sobrecargarlo. Recuerde que el instrumento que recibe el cuidado y el trato debidos, durará durante muchísimo tiempo.

La mayoría de los instrumentos para pruebas cuentan con fusibles o cortacircuitos diseñados para evitarle daño. Es aconsejable que siempre tenga a mano unos cuantos fusibles para sus equipos. Asegúrese de que sean los fusibles apropiados para cada instrumento.

Trate con mucho cuidado sus instrumentos para pruebas. Por ejemplo, no los guarde en la caja de las herramientas. Es muy probable que reciban un trato rudo, junto con las otras herramientas, que son menos sensibles. Los instrumentos para pruebas no son como los martillos o las llaves: si reci-

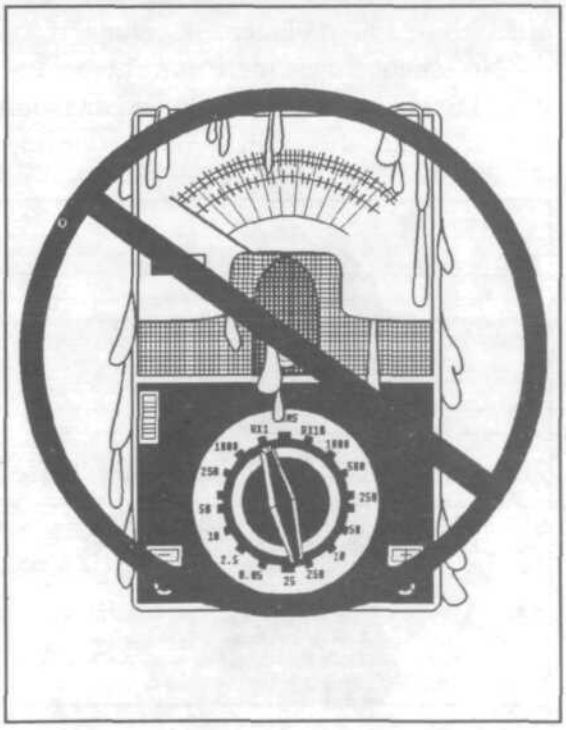


Figura 18-3. Sea cuidadoso con sus instrumentos.

ben sacudidas o golpes pueden funcionar incorrectamente.

Asimismo, proteja los instrumentos para pruebas contra las temperaturas extremadamente altas o bajas. Protéjalos también del aceite, el polvo y la humedad. Guárdelos en sus estuches protectores. Si usted le da un buen trato a su equipo, éste le dará años y años de servicio.

Siempre se deben utilizar en los equipos para pruebas baterías de la mejor calidad posible. Verifique que no estén corroídas. Hay baterías que dejan escapar el ácido antes de que se les haya terminado toda su energía. Y las fugas de ácido arruinan los instrumentos. Es aconsejable que, si los instrumentos para pruebas no se utilizan con mucha frecuencia, se les retiren las baterías. Guárdelas por separado. Luego, cuando vaya a utilizar el instrumento, le puede volver a colocar las baterías, lo cual es muy fácil de hacer.

Cuando guarde los instrumentos, asegúrese de que el interruptor selector no esté en posición que permita la salida de corriente de la batería. En caso de que el instrumento no tenga un interruptor selector, se deben desconectar los alambres de servicio. Luego, se pueden volver a conectar cuando se vaya a utilizar el instrumento.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V *si considera verdadera la afirmación, o la letra* F *si la considera falsa.*

1.	Los instrumentos de medición sirven para realizar con más cuidado los trabajos de servicio.	F	V
2.	Es conveniente adquirir todos los aparatos de medición que nos ofrezcan,	F	V
3.	Es conveniente que las reparaciones de los aparatos de medición sean realizadas por personal experto.	F	V
4.	Los movimientos de algunos medidores son sensibles a la posición en que éstos se encuentren.	F	V
5.	Las variaciones de temperatura no afectan el funcionamiento de los aparatos de medición.	F	V

Respuestas

1. V 2. F (Es conveniente adquirir los aparatos de medición en base a prioridades). 3. V 4. V 5. F (Las temperaturas extremadamente altas o extremadamente bajas afectan el funcionamiento de los aparatos de medición).

Distintos tipos de equipos para pruebas

A continuación, hay una relación de distintos instrumentos para pruebas. Esta lista, sin embargo, no contiene todos los instrumentos para pruebas que se ofrecen actualmente en el mercado. Su objetivo es informarle a usted acerca de la gran variedad de instrumentos disponibles en el campo de la tecnología de servicios. Usted ya tiene conocimiento de algunos de ellos, y los otros se los irá encontrando en lecciones posteriores.

Voltímetro

Es muy posible que el instrumento que usted utilice con más frecuencia sea el voltímetro. Este instrumento le permite leer el nivel del voltaje. Es fácil de leer, tal vez el más fácil de todos los instrumentos para pruebas.

Como técnico de servicio, se encontrará voltajes que van desde los milivoltios hasta los 5,000 o más voltios. El rango de voltaje es muy amplio, por lo que es conveniente que tome las precauciones necesarias siempre que esté obteniendo una lectura.

Cuando utilice el voltímetro, asegúrese de que el interruptor selector esté fijado en la función apropiada. Cuando no sepa cuál es el voltaje correcto, pruebe el circuito eléctrico. Esto se hace con el medidor fijado en la escala más alta posible. Luego, váyala reduciendo hasta que encuentre la que dé una lectura cercana a la escala media. Las lecturas de la escala media son las que se pueden obtener con mayor exactitud.

Ohmetro

El ohmetro desempeña cuatro funciones diferentes. Mide las resistencias, comprueba la continuidad, hace verificaciones rápidas

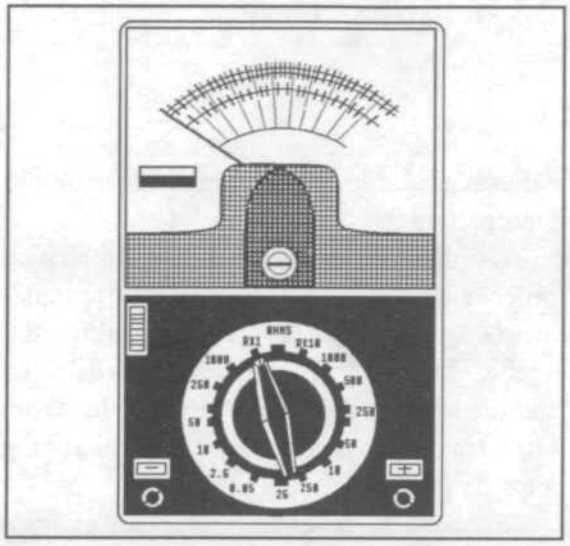


Figura 18-4. Voltímetro.

de los capacitores y prueba algunos componentes de estado sólido.

El ohmetro se puede arruinar si se conecta a un circuito o a un componente que no esté desconectado de la fuente de voltaje. Los ohmetros tienen su propia fuente de poder, por lo que si se utilizan con cualquier otra pueden ser dañados. Conviene que tenga esto presente siempre.

Cuando se mide una resistencia o continuidad desconocida, es aconsejable comenzar por la escala de resistencia más baja. Luego, se van aumentando las escalas hasta obtener una lectura de escala media.

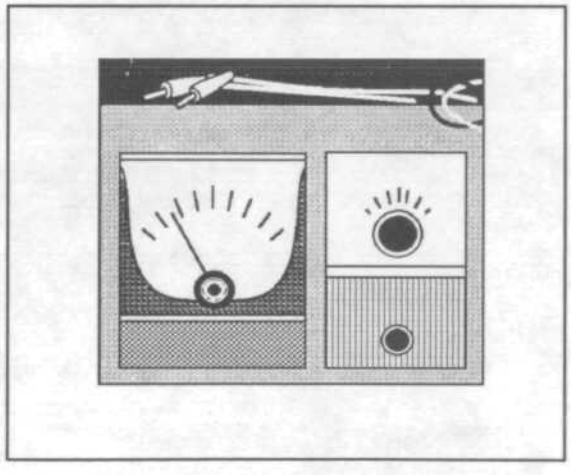


Figura 18-5. Ohmetro.

Para verificar la resistencia, primero se debe escoger la escala de resistencia apropiada. A continuación, se instalan en los enchufes apropiados los cables para pruebas. Después, se obtiene en el medidor una medida de resistencia cero mientras los cables están en contacto. Para ello, junte los extremos de los cables y haga girar la perilla de ajuste.

Si la escala se cambia, se tiene que volver a calibrar el medidor hasta que quede en cero. En caso de no ser posible calibrarlo para que quede en cero, se deben reemplazar las baterías.

Cuando se prueba la continuidad de un interruptor o un conductor, la aguja debe moverse hasta el cero. Esto indica que el circuito está cerrado. La pieza que se está probando tiene continuidad. Si la aguja permanece en su posición de descanso, el interruptor está abierto. Esto quiere decir que la pieza que se está probando no tiene continuidad.

Si la aguja se detiene entre el infinito y el cero, significa que el medidor está midiendo la resistencia de la parte que se está probando. Una lectura de infinito significa que la resistencia es extremadamente alta. Lo más probable es que se esté midiendo un circuito abierto.

Amperímetros

El de mordaza es el más popular de los amperímetros que se usan actualmente. Los amperímetros están diseñados para medir la corriente de los circuitos de CA. Esto se debe a que el flujo de la corriente se puede medir sin interrumpir el circuito eléctrico.

Para verificar la corriente, basta con sujetar las tenazas alrededor de uno de los alambres conductores que llevan la electricidad al circuito que se está probando.

Nuevamente, los amperímetros de mordaza están diseñados para medir el flujo

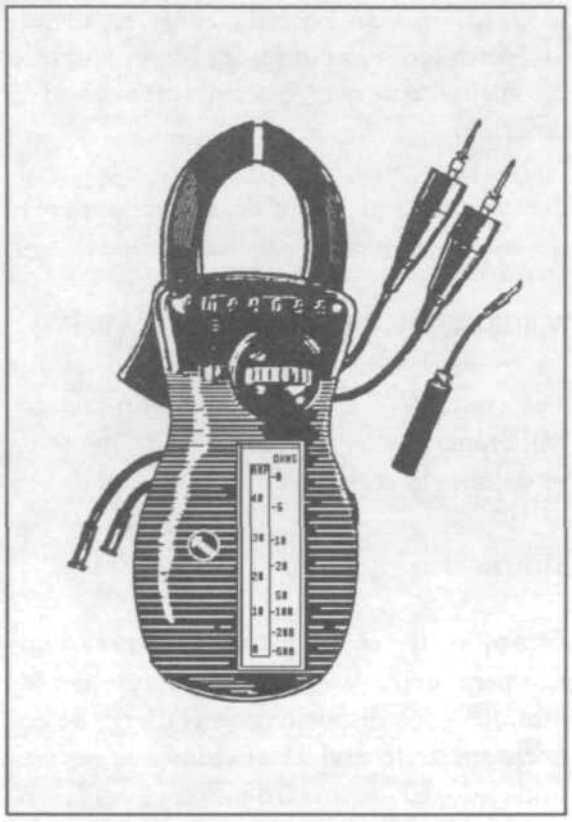


Figura 18-6. Amperímetro de mordaza.

de corriente sólo en circuitos de CA. Para medir el flujo de corriente en un alambre conductor, lo hacen servir como uno de los lados primarios del transformador. El circuito de movimiento del medidor sirve como el lado secundario del transformador.

Los amperímetros de mordaza funcionan correctamente cuando el alambre que lleva la corriente se localiza en el centro de las tenazas. El instrumento funciona de la mejor manera cuando las superficies de acoplamiento de las tenazas se conservan limpias.

Si en alguna ocasión necesita probar un circuito cuyo flujo de corriente sea bajo, envuelva el alambre alrededor de una de las tenazas del amperímetro. La sensibilidad del medidor aumentará tantas veces como vueltas dé el alambre. De modo que, para obtener una lectura correcta del amperaje,

lo único que se necesita hacer es dividir la lectura del medidor entre el número de vueltas con que el alambre envolvió la tenaza.

El amperímetro de mordaza está considerado como la mejor de las herramientas de medición que hay en la actualidad.

Voltio-Ohmio-Miliamperímetro (VOM)

Las siglas VOM significan Voltio-Ohmio-Miliamperímetro, un instrumento que mide el voltaje, la corriente y la resistencia.

Wattímetro

El wattímetro es un instrumento que se utiliza para medir el wattaje que consumen los motores y los dispositivos eléctricos. Se conecta en serie con el circuito que se está midiendo. El wattímetro indica el verdadero wattaje que hay en el circuito. Se ajusta automáticamente de acuerdo con el factor de potencia. Esto lo hace por medio de dos serpentines, uno de voltaje y otro de corriente.

Para hacer una medición, lo primero que se debe hacer es fijar el medidor en el rango más alto posible. La razón de esto es que, en casi todos los motores, el wattaje' de arranque es muy alto. Una vez que el aparato está funcionando, se puede escoger la escala apropiada, de manera que la aguja muestre una lectura de escala media.

Volt-wattímetro. El capacitor se puede comprobar también con una combinación de voltímetro y wattímetro. Para utilizar el volt-wattímetro, se necesita usar otro instrumento, el probador de condensadores. La Figura 18-7 muestra uno de estos instrumentos combinados que se puede utilizar para medir tanto voltios como watts.

La combinación de voltímetro y wattímetro se puede utilizar para verificar el voltaje de la línea y la caída o pérdida de tensión del voltaje de la línea. Las combinaciones de voltímetro y wattímetro siempre vienen acompañadas por todas las instrucciones de manejo necesarias. Como de costumbre, le aconsejamos que las lea cuidadosamente. A continuación, le indicamos los pasos que se deben seguir para comprobar el funcionamiento de un refrigerador utilizando un voltio-wattímetro.

Tenga cuidado de no exceder las clasificaciones de corriente que se ven en la carátula del volt-wattímetro. Al igual que con otros medidores, comience con la escala más alta y después haga el cambio. Cambie a la escala que dé la lectura más cercana a la escala media.

A continuación, fije el interruptor de volquete. Se puede usar la posición de 130 voltios o la de 260. El interruptor para la selección de los watts se debe fijar en la posición de 500 watts. Esto protege el instrumento contra una sobrecarga repentina. El cable de la corriente (macho) se conecta en la toma de corriente de la pared. Ahora, el voltímetro puede leer el voltaje de la línea. Tome el cable de línea del refrigerador y conéctelo con el pa-

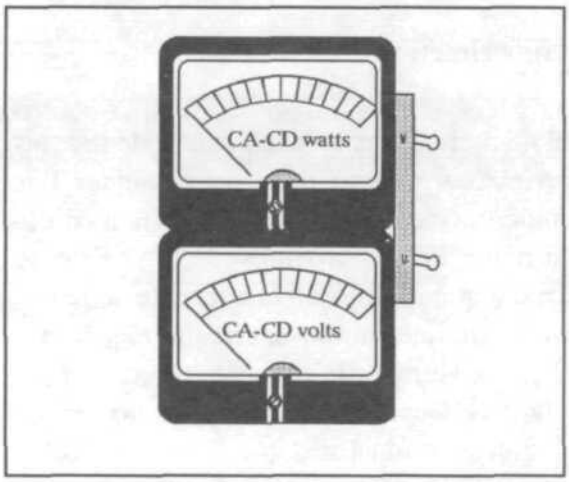


Figura 18-7. Combinación de voltímetro y wattímetro.

nel del frente del volt-wattímetro. Debe estar conectado con el receptáculo hembra. Ponga a funcionar el refrigerador, y podrá registrar el voltaje.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de ¡a lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1.	Instrumento que permite leer el nivel de voltaje._____	a. amperímetro
2.	Instrumento que sirve para medir la resistencia._____	b. wattímetro
3.	Instrumento que sirve para medir la corriente._____	c. voltímetro
4.	Instrumento que sirve para medir la potencia eléctrica._____	d. volt-wattímetro
5.	Instrumento que sirve para probar a los capacitores._____	e. ohmetro

Respuestas

1. c 2. e 3. a 4. b 5. d

Analizador de capacitores

El analizador de capacitores es un instrumento muy importante para los técnicos en servicio. Desempeña tres funciones vitales distintas. Se puede utilizar para comprobar:

- Los capacitores abiertos o en corto circuito
- La capacidad en microfaradios (mfd)
- El factor de potencia

El instrumento tiene escalas para dos usos diferentes. Una de las escalas se utiliza para medir el voltaje con el que se usará el aparato. La otra se utiliza para medir la clasificación del capacitor en microfaradios. Se puede utilizar también para probar los capacitores tanto en funcionamiento como durante el arranque.

Medidor de temperatura

Casi todos los medidores electrónicos de temperatura tienen plomos sensibles a la resistencia térmica, los cuales se usan principalmente para medir las temperaturas inferiores a 93°C (200°F).

Nunca intente cambiar los plomos sensibles a la resistencia térmica. Si le parece que no funcionan, reemplácelos-.

Utilizando los plomos sensibles a la resistencia térmica, es posible tomar las temperaturas de distintos sitios sin que se interrumpa el ciclo normal de operación del aparato. En los instrumentos equipados con conexiones múltiples, se puede utilizar casi cualquier cantidad de plomos.

Existen otros tipos de medidores de temperatura. Hay algunos que registran en una hoja de papel tanto la hora como la temperatura. Tales instrumentos son muy útiles para ayudar a localizar los problemas intermitentes relacionados con la tempera-

tura. Si usted decide comprar uno de estos instrumentos, asegúrese que se pueda obtener fácilmente la tinta y el papel necesarios.

Vacuómetro

El vacuómetro está diseñado para proporcionar una indicación exacta del vacío existente en un sistema. Estos instrumentos trabajan con energía eléctrica. Usan una sonda sensible para medir la conductividad térmica de los gases del sistema que está siendo evacuado.

El vacuómetro está diseñado para medir la última parte de una pulgada de vacío, la cual se indica en micrones. En una pulgada hay 25,400 micrones (o sea, 1,000 en un centímetro).

El elemento sensible a los micrones no está hecho para medir presiones superiores a la presión atmosférica. Debido a ello, es necesario proteger el sensor de alguna manera siempre que el sistema se esté cargando con refrigerante.

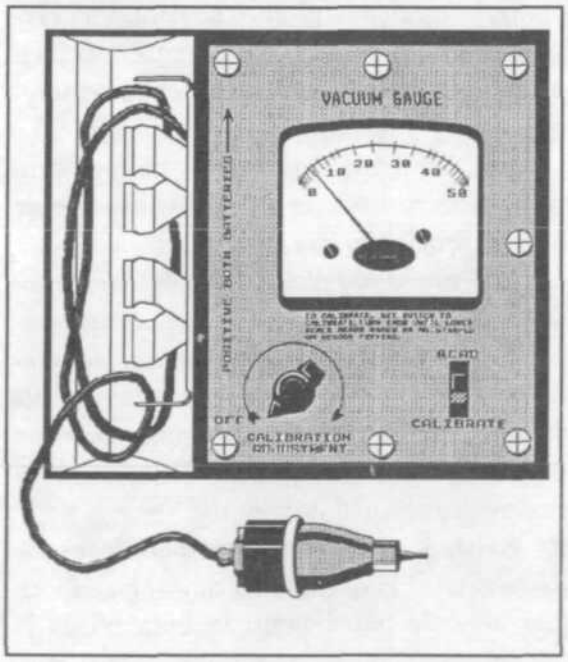


Figura 18-8. Vacuómetro.

Milivoltímetro

El milivoltímetro se utiliza para medir el voltaje. Mide el voltaje en milésimas de un voltio.

A los técnicos de servicio, el milivoltímetro les sirve para probar el voltaje producido por las termocuplas de los dipositivos pilotos de seguridad.

Con mucha frecuencia, se necesita verificar el voltaje de circuito cerrado de la termocupla. Tenga en cuenta que, para verificar la termocupla en condiciones de carga, se necesita un adaptador especial.

Detector electrónico de fugas

Este es un instrumento especialmente sensible. Funciona impulsando un vapor refrigerante a través de un elemento ionizador. Los detectores electrónicos avisan sobre las fugas de varias maneras. Algunos producen un chirrido muy agudo, otros llevan en la sonda una luz intermitente, y otros producen un zumbido.

Tome nota de que el detector de fugas no funciona cuando el refrigerante es amoníaco o dióxido de azufre.

Probador del termostato

El probador del termostato se utiliza para calibrar los termostatos de refrigeración. Es un instrumento muy preciso.

Funciona cómo se indica a continuación. El pozo del probador está lleno de alcohol. (Hay que tener cuidado de no llenarlo hasta su máxima capacidad.) Luego, el refrigerante líquido se purga en la concha circundante. Con esta acción, el alcohol se enfría. Una vez que se ha hecho esto, se colocan en el alcohol un termómetro y un bulbo de alimentación del termostato.

El termómetro determina la temperatura de desconexión del termostato. La tempera-

tura de intercalación se puede determinar deteniendo el flujo del refrigerante líquido y calentando el probador. La temperatura de intercalación se puede ver en el termómetro a medida que aumenta la del alcohol.

Analizador hermético

El analizador hermético es un instrumento realmente muy útil. Puede desempeñar cuatro funciones distintas:

- Sacudir y liberar cualquier compresor que esté atorado o helado, inviniendo la rotación del motor
- La de un banco de condensadores de arranque
- La de un condensador auxiliar
- Probar el embobinado de los motores para ver si tienen cortos, si están abiertos, y comprobar su continuidad y sus conexiones a tierra

Hay analizadores herméticos que se pueden utilizar como amperímetros, voltímetros, analizadores de capacitores, ohmetros y analizadores de relevadores.

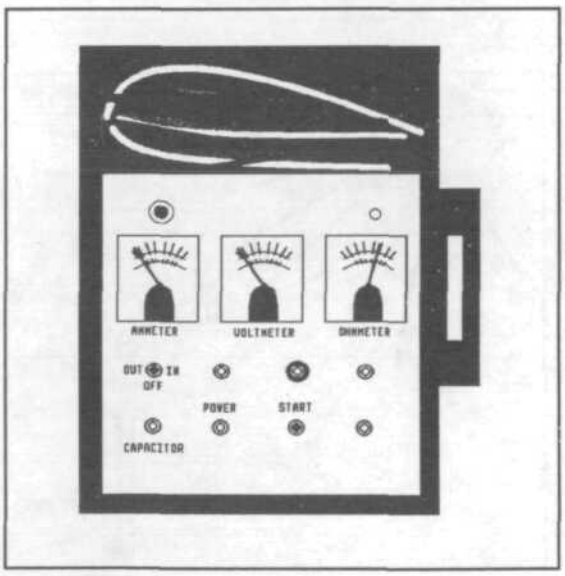


Figura 18-9. Analizador hermético.

Analizador de relevadores potenciales

Con el analizador de relevadores potenciales, el técnico de servicio se puede ahorrar una buena cantidad de problemas y tiempo. Sirve para estas cinco funciones distintas:

- Probar el relevador para ver si tiene un cortocircuito, o si el circuito está abierto o cerrado.
- Mostrar la tensión de funcionamiento y la tensión de desenganche del relevador
- Hacer funcionar el relevador manualmente
- Comprobar la continuidad
- Identificar los relevadores defectuosos

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Casi todos los_____ tienen plomos sensibles a la resistencia térmica, los cuales se usan principalmente para medir las temperaturas inferiores a 93 °C (200 °F).
2. El milivoltímetro se utiliza para medir el voltaje. Mide el voltaje en _____de voltio.
3. El detector electrónico de fugas funciona impulsando un _____ _____a través de un elemento ionizador.

4. Los_____usan una sonda sensible para medir la conductividad térmica de los gases del sistema que está siendo evacuado.

5. Hay analizadores herméticos que se pueden utilizar como amperímetros, voltímetros, analizadores de capacitores,_____y analizadores de relevadores.

Respuestas

1. medidores electrónicos 2. milésimas 3. vacuómetros por refrigerante de temperatura 4. vacuómetros 5. ohmetros

Diez reglas de seguridad

Sin equipo para pruebas, no habría manera de lograr que el equipo eléctrico que se utiliza en el campo del aire acondicionado funcionara con eficiencia. Naturalmente que, antes de que el equipo para pruebas pueda ser de utilidad, debe funcionar perfectamente. Por lo tanto, las reglas de seguridad son muy importantes para que dicho equipo esté siempre en buenas condiciones de funcionamiento. En la sección que acaba usted de leer, nos hemos referido a varias de esas reglas. Pero, dada su importancia, en esta sección nos concentraremos en ellas específicamente.

Le damos enseguida diez reglas de seguridad. Es conveniente que las conozca y que se acostumbre a cumplirlas.

Regla No. 1. Nunca conecte un ohmetro con un circuito eléctrico cuando la corriente eléctrica esté conectada.

Regla No. 2. Nunca deje que se caigan o se golpeen sus instrumentos para pruebas; tampoco los aviente.

Regla No. 3. Para evitar que los instrumentos se dañen, acuérdese de comenzar con una escala más alta que la necesaria y luego váyala reduciendo hasta llegar a la escala media.

Esta regla tiene una excepción. El método mencionado no se debe utilizar cuando se use un ohmetro.

Regla No. 4. Utilice siempre el medidor apropiado para el trabajo que vaya a realizar.

Regla No. 5. Nunca aplique una flama abierta a un cilindro de carga. Sería una invitación al desastre.

Regla No. 6. Nunca utilice los manómetros para presiones que sean superiores al límite de su clasificación.

Regla No. 7. Proteja todos los instrumentos contra las condiciones de tiempo adversas. Entre estas condiciones se cuentan las temperaturas extremadamente frías y calientes, así como las humedades extremas.

Regla No. 8. Nunca deje una carga de refrigerante en un cilindro de carga.

Regla No. 9. Nunca se brinque un fusible protector de un instrumento para pruebas.

Regla No. 10. Nunca deje un termómetro bajo la luz solar directa. Esto hace que el mercurio exceda su escala, por lo que el termómetro se arruina.

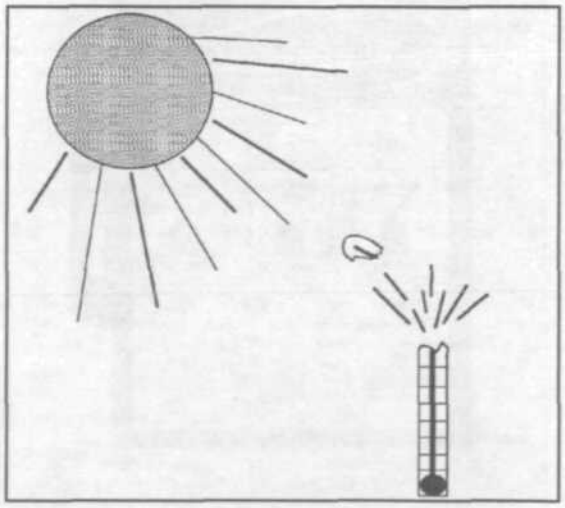


Figura 18-10. Los termómetros no se deben dejar bajo la luz solar directa.

Dentro de poco tiempo, el equipo eléctrico para pruebas sobre el que ha estado usted leyendo será parte normal de su vida. Apréndase estas reglas, póngalas en práctica en su trabajo diario y sus valiosos instrumentos le darán buen servicio.

Ahora que sus instrumentos se encuentran seguros, veamos algunas reglas que debe usted observar para su seguridad personal.

Precauciones para la seguridad personal

Hay algunas precauciones que son indispensables para la seguridad personal, cuando se maneja equipo eléctrico para pruebas. Muchas de estas precauciones se aplican en todo tipo de equipo para pruebas, no únicamente en unos cuantos. Otro grupo de precauciones se aplica sólo en los casos de instrumentos especiales para pruebas. Entre estos instrumentos se cuentan los medidores, los generadores de señales, los osciloscopios y otros aparatos similares.

Fíjese bien en las siguientes precauciones generales de seguridad.

Muchos de los instrumentos para pruebas que usted utilizará en su trabajo vienen en cajas metálicas. Esto tiene una razón de ser. Las cajas metálicas están conectadas con la tierra del circuito interno. La terminal de tierra del instrumento debe conectarse siempre con la tierra del equipo que se está probando. Esto es necesario para un apropiado funcionamiento.

Asegúrese de que el bastidor del equipo que está probando no esté conectado con ninguno de los extremos de la línea de CA. De hecho, no debe estar conectado con ningún potencial de la superficie. Si tiene alguna duda, conecte el equipo que esté probando con la línea de corriente por medio de un transformador de aislamiento.

Cuando se prueba equipo eléctrico que opera con voltajes peligrosos, siempre se corre un riesgo. Entonces, ¿qué se puede hacer? La mejor táctica consiste en aprender todo lo posible acerca del equipo que se está probando. Naturalmente, esto debe hacerse antes de trabajar en ese equipo. Tenga siempre presente que el alto voltaje puede aparecer en puntos inesperados cuando el equipo tiene cualquier defecto.

Antes de conectar los alambres de servicio con los puntos de alto voltaje, desconecte la corriente. Acostúmbrese a hacer todas las conexiones de prueba sólo después de haber desconectado la corriente. De no ser esto posible, tenga mucho cuidado de evitar toda clase de contactos con el equipo y los objetos que puedan hacer tierra.

Trabajando con una mano dentro del bolsillo se reduce el peligro de un choque eléctrico. Lo mismo ocurre cuando uno se encuentra sobre un piso bien aislado.

Los capacitores pueden almacenar grandes cargas que resultan peligrosas. Por lo tanto, acuérdese siempre de descargar los capacitores de filtro antes de conectar los alambres de servicio.

Los alambres cuyo aislante está dañado no sirven para nada. ¿Por qué no? La razón es que ofrecen otro peligro: el de que se presente un alto voltaje en los puntos del

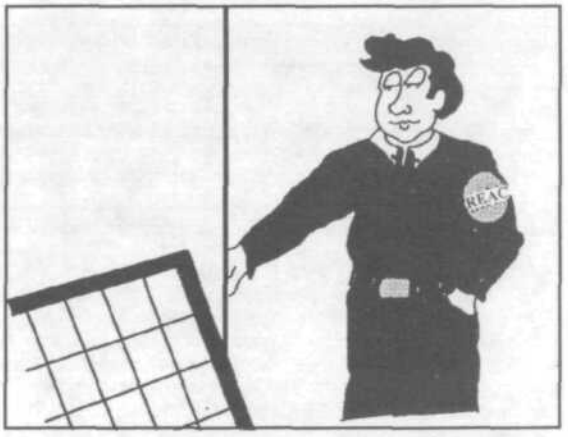


Figura 18-11. Trabaje con una mano en el bolsillo y le servirá para evitar un choque eléctrico.

alambre que estén descubiertos. Antes de comenzar a trabajar con cualquier equipo, compruebe siempre que el aislante no esté raído o roto.

Haga todo lo posible para reducir el peligro de recibir una descarga eléctrica. En cuanto termine de hacer una prueba, desconecte los alambres de servicio.

El riesgo de una fuerte descarga eléctrica no es sino uno de los peligros posibles. Hasta una descarga pequeña, puede resultar mala. Puede hacer que uno tenga una mala caída, o ponerlo a uno en contacto con una fuente de voltaje más alto. No se olvide de ello, y procure evitar cualquier posibilidad de recibir un choque, ya sea pequeño o grande.

Siempre que sea posible, trabaje en compañía de otra persona. En caso de un accidente, su compañero de trabajo puede ayudarlo.

Siempre estudie el instructivo de cualquier instrumento con el que no esté familiarizado.

Utilice solamente pantallas y alambres que estén protegidos. Cuando el alambre esté en contacto con un circuito "caliente", no deje que sus dedos se resbalen y toquen la punta metálica de aquél, porque recibirá un choque.

Insistimos: estas precauciones de seguridad son para su propia protección. Aprenda a precaverse contra cualquier peligro posible que pueda ocurrir al trabajar con equipos eléctricos.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Instrumento que no se debe de conectar a un circuito eléctrico cuando la corriente eléctrica esté conectada. _____

2. Dispositivo de posición que nunca se debe exponer a la luz solar directa. _____

3. Elementos eléctricos que pueden almacenar grandes cargas eléctricas que pueden resultar peligrosas, _____

4. Elementos de un circuito eléctrico que, de tener dañado su aislante, no sirven para nada. _____

5. Peligro posible que se puede presentar al trabajar con circuitos y aparatos eléctricos. _____

a. capacitores
j, alambres
c. termómetro
d. descarga eléctrica
e. ohmetro

Respuestas

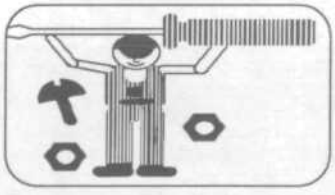
1. e 2. c 3. a 4. b 5. d

Resumen

La selección y el cuidado de los instrumentos para pruebas es de gran importancia. Cuando compre los suyos, hágalo inteligentemente. Después, asegúrese de conservarlos en buenas condiciones. Así ahorrará dinero. Además le evitará hacer lecturas incorrectas. Como ya puede imaginarse, las lecturas erróneas pueden perjudicar las relaciones con los clientes.

En esta lección ha encontrado usted una relación de diversos instrumentos de prueba, pero no de todos los que ofrece el mercado. El voltímetro sirve para leer el nivel de voltaje. El ohmetro para medir resistencias, comprobar la continuidad, verificar los capacitores y probar algunos componentes de estado sólido. Los amperímetros están diseñados para medir la corriente de los circuitos de CA, y los más populares son los de mordaza. El Voltio-Ohmio-Miliamperímetro mide el voltaje, la corriente y la resistencia. El Wattímetro se utiliza para medir el voltaje, que es la potencia, el consumo y la capacidad en watts de un circuito eléctrico. El volt-wattímetro mide, entre otras cosas, la caída de tensión del voltaje de la línea. El analizador de capacitores se utiliza para comprobar los capacitores abiertos o en cortocircuito, la capacidad en microfaradios y el factor de potencia. El medidor de temperatura se usa sobre todo para medir temperaturas inferiores a 93 °C. El vacuómetro sirve para medir el vacío, que se expresa en micrones. El milivoltímetro se emplea para medir el voltaje en milésimas de voltio. Los detectores electrónicos de fugas avisan sobre las fugas de varias maneras: con un chirrido agudísimo, con luz o con un zumbido. El probador de termostato calibra los termostatos de refrigeración. El analizador hermético puede sacudir y liberar un compresor atorado, funcionar como banco de condensadores de arranque o como condensador auxiliar, y probar el embobinado de los motores para ver si tienen cortos, si están abiertos o su continuidad y conexiones a tierra. El analizador de relevadores potenciales, entre otras funciones, identifica los relevadores defectuosos.

También esta lección le habrá enseñado las reglas de seguridad que debe usted seguir para que el equipo para pruebas esté en buenas condiciones de funcionamiento. Y, no menos importante, las precauciones indispensables que deberá tener para su propia protección.



Tareas Prácticas

Conocimiento del manómetro

Materiales que usted necesitará

- Un manómetro de líquido o
- Un manómetro metálico

Información previa

El manómetro es un instrumento utilizado para medir la presión de un líquido o de un gas. Existen muchos tipos de manómetro. Los principales son: a) de líquido, b) de émbolo, c) eléctrico. El primero determina la presión mediante la diferencia de altura de una columna líquida. En esencia es una doble columna que puede tener forma de U, y la rama que está sometida a menor presión será la del nivel de líquido más alto. La diferencia de niveles está en función de

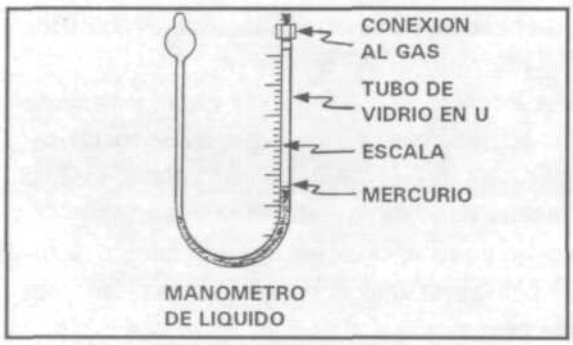
las presiones aplicadas. El segundo mide la presión a base de la fuerza ejercida sobre un émbolo de sección conocida. Se utiliza principalmente para calibrar otros manómetros. El tercero está fundado en la variación de la resistencia eléctrica que experimenta un conductor al variar la presión del fluido en el que está sumergido dicho conductor.

Lo que usted deberá hacer

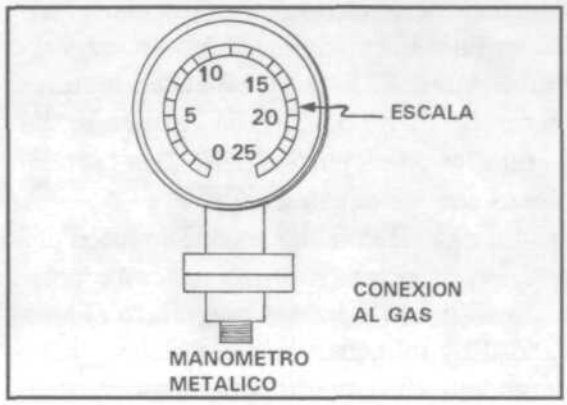
Identificará las partes principales de un manómetro de líquido y de un manómetro metálico.

Procedimiento

1. Observe cuidadosamente el dibujo de la parte posterior y cada una de las partes.



2. Ahora identifique en su manómetro de líquido cada una de sus partes.
3. A continuación, estudie el dibujo de la parte inferior e identifique cada una de las partes.
4. Identifique en su manómetro metálico sus partes correspondientes.



Conclusiones

En su trabajo como técnico en Refrigeración y Aire Acondicionado frecuentemente tendrá la necesidad de medir presiones. Entonces hará uso de un manómetro de líquido o de un manómetro metálico, según sea el caso. Por ejemplo, cuando tenga que medir la presión en un ducto de aire acondicionado empleará un manómetro de líquido, pero si tuviese que medir la presión del gas refrigerante en su sistema de refrigeración por compresión tendría que emplear un manómetro metálico.

-Y después, ¿qué sigue?

¿Cual es el instrumento más común para medir los tres valores eléctricos básicos? ¿Dónde se localiza la indicación de cero en el ohmetro VOM? ¿Hay o no diferencias entre las escalas de CD y los rangos del VOM y del voltímetro electrónico? En las escalas de corriente alterna, ¿dónde suele localizarse la indicación de cero? ¿Qué son las escalas decibelimétricas? ¿Cómo se centra un ohmetro? ¿Cómo se mide la corriente alterna si también hay corriente directa en el circuito? ¿En qué unidad se lee el milivoltímetro? ¿Cuándo hay que sustituir el capacitor?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso. Escoja una sola respuesta para cada pregunta. Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. E1 aparato que sirve para medir las resistencias, comprobar la continuidad y probar capacitores es
a. voltímetro.
b. wattímetro.
c. amperímetro.
d. ohmetro.

2. El aparato que sirve para medir la corriente de los circuitos de corriente continua es
a. voltímetro.
b. wattímetro.
c. amperímetro.
d. ohmetro.

3. El instrumento que mide el voltaje, la corriente y la resistencia es
a. voltio-ohmio-miliamperímetro.
b. voltímetro.
c. ohmetro.
d. amperímetro.

4. Combinación que se puede utilizar para verificar el voltaje de la línea y la caída o pérdida de tensión del voltaje de la línea
a. voltio-ohmio-amperímetro.
b. volt-wattímetro.
c. wattímetro.
d. voltímetro.

5. El instrumento que sirve para probar el voltaje producido por las termocuplas de los dispositivos pilotos de seguridad es
a. voltímetro.
b. amperímetro.
c. milivoltímetro.
d. wattímetro.

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón, correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre

Domicilio

Ciudad Prov. o Estado

Código Postal

Teléfono

Clave de Lección L418

6. Instrumento que sirve para calibrar los termostatos de refrigeración

a. probador de termostato.
b. termómetro.
c. vacuómetro.
d. manómetro.

7. El instrumento que sirve para ver si tiene cortocircuito un relevador, o si un circuito está abierto o cerrado es

a. wattímetro.
b. analizador hermético.
c. detector electrónico de fugas.
d. analizador de relevadores potenciales.

8. La terminal de tierra de un instrumento de medición siempre debe conectarse con

a. la tierra del instrumento de medición.
b. la tierra del equipo que se está probando.
c. la tierra física.
d. cualquier tierra que se encuentre.

9. Antes de conectar los alambres de servicio (puntas de prueba) de un aparato de medición con los puntos de alto voltaje, se debe

a. conectar la corriente.
b. desconectar la corriente.
c. retirar los fusibles.
d. poner los fusibles.

10. Un alambre conductor cuyo aislante esté dañado puede originar que, en los puntos donde esté dañado el aislante, se presente

a. oxidación.
b. alta temperatura.
c. un alto voltaje.
d. baja temperatura.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. Indicadores de medición....4
3. Cómo centrar el ohmetro y tomar medidas de resistencia....8
4. Medidas básicas con el voltímetro (voltaje)....10
5. Medidas básicas con el amperímetro (corriente)....12
6. Cómo usar el amperímetro y el voltímetro....14
7. Cómo probar un capacitor en un ohmetro....15
8. Resumen....17
9. Tarea práctica....18
10. Examen..,...19

Movimiento de los medidores y forma de uso

L419 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3
Definiciones y descripciones, 3
Indicadores de medición, 4
- Escalas y rangos de los medidores, 4
- Escalas de los ohmetros, 5
- Escalas de corriente directa, 5
- Diferencias entre las escalas de corriente directa, 5
- Escalas de corriente alterna, 7
- Escalas de decibeles, 7
- Exactitud de las lecturas del medidor, 7

Cómo centrar el ohmetro y tomar medidas de resistencia, 8
Medidas básicas con el voltímetro (voltaje), **10**
- Cómo medir la CA en presencia de CD, 11
- Cómo medir la CC en presencia de la CA, 11

Medidas básicas con el amperímetro (corriente), 12
Cómo usar el amperímetro y el voltímetro, 14
Cómo probar un capacitor con un ohmetro, 15
Resumen, 17

Tarea práctica:
- Conocimiento del multiprobador, 18

Examen, 19

Introducción

En la lección anterior usted conoció los diferentes aparatos de medición que podrá emplear en su trabajo como técnico de servicio en refrigeración y aire acondicionado. Ahora le daremos a conocer la forma de movimiento de los medidores, las escalas que éstos tienen y los rangos que poseen.

Las diferentes escalas se verán con cierto detalle para que usted obtenga lecturas lo más exactas posibles, lo cual le ayudará a perfeccionar sus diagnósticos de trabajo.

También le indicaremos los errores más comunes que se presentan en la lectura de los instrumentos de medición y la manera de evitarlos.

En esta lección conocerá la manera correcta de usar sus instrumentos de medición en la prueba de los diferentes elementos de un circuito eléctrico.

Como de costumbre, le recomendamos que ponga el mayor cuidado en el estudio de su lección y que trate de obtener el mayor aprovechamiento y, desde luego, no dude en hacer las consultas que considere necesarias.

Definiciones y descripciones

Incluimos a continuación una lista de definiciones y descripciones que le ayudarán a conseguir un mejor aprovechamiento de la lección.

AMPERÍMETRO *(ammeter).* La mayor parte de los amperímetros son de tipo mordaza. Estos aparatos para pruebas son los más populares entre los instrumentos de medición de la corriente que se utilizan en circuitos de CA La razón es que permiten verificar el flujo de corriente sin que tenga que interrumpir el circuito eléctrico.

CICLO *(cyde).* Es la secuencia completa de eventos (de principio a fin) en un sistema

DECIBEL, dB *(decibel).* Es una unidad de medición de sonido. El decibelio es la décima parte del bel y, como éste, es una unidad de potencia relativa. Sirve para expresar el valor relativo de dos magnitudes de la misma naturaleza: potencias, corrientes, intensidades, etc. Puede usarse como unidad de potencia absoluta si se adapta un valor fijo de referencia

ESCALA *(scale).* Es una parte de un instrumento de medida También el conjunto de la graduación y de su apoyo material

FRECUENCIA *(frecuensy).* Número de ciclos logrados en la unidad de tiempo por una magnitud o fenómeno periódico.

GALVANÓMETRO *(gakanometer).* Aparato para medir corrientes, en general muy pequeñas.

HERTZ *(hertz).* Es una unidad de frecuencia y el término correcto para ciclos por segundo.

LEY DE OHM *(ohm's law).* La que afirma que la corriente en un circuito eléctrico es igual a la presión dividida por la resistencia Utilizando las magnitudes de comente, presión y resistencia, tenemos que:

E = presión de voltios
I = intensidad de corriente en amperios
R = resistencia en ohms

La ecuación establece que $I = \frac{E}{R}$

PARALAJE *(parallax).* Cambio aparente de posición de un objeto por una variación en el ángulo de observación.

RANGO *(range).* Alcance, margen de alcance de un instrumento de medida; también radio de acción.

RESISTENCIA *(resistance).* Es la dificultad que encuentran los electrones en su movimiento a través de un conductor. La resistencia es la opocición al flujo de la corriente eléctrica.

RESISTOR *(resistor).* Un componente eléctrico o electrónico con una oposición específica al flujo de los electrones.

Indicadores de medición

El propósito principal de todos los medidores que se utilizan en el campo de la electrónica es probar los circuitos y sus componentes.

Los medidores pueden indicar la cantidad de voltaje disponible, cuánta cantidad está fluyendo y otras cosas similares. De hecho, existen tres valores eléctricos básicos que pueden medirse:

- El voltaje
- La corriente
- La resistencia

El instrumento más utilizado para medir estos tres valores eléctricos básicos es el VOM, o sea, el Voltio-Ohmio-Miliamperímetro. Este instrumento tiene una gran variedad de precios. Cuanto mayor es el precio, más exacto es el instrumento. Los modelos más costosos tienen más escalas o funciones. Las escalas vienen en un rango más amplio.

Los circuitos de los medidores se diseñan de acuerdo con el indicador de medición básico. Todos los medidores utilizan algún aspecto del mecanismo indicador de D'arsonval. Fíjese en la Figura 19-1. Este movimiento se conoce también como el galvanómetro de serpentín móvil.

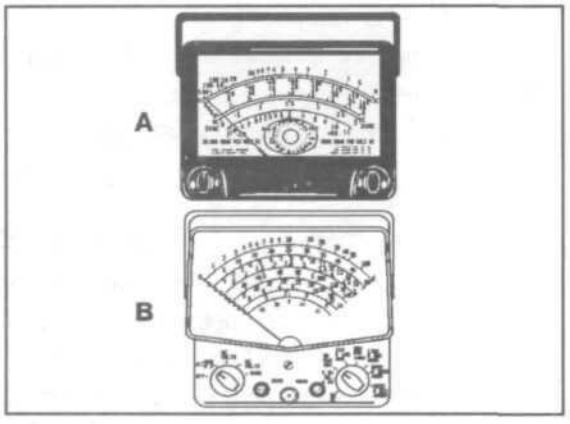


Figura 19-1. Ohmetro VOM modelo 262 *(A) y* voltiohmetro eléctrico *(B).*

El serpentín se coloca entre los extremos de un imán permanente en forma de U. Fíjese en el indicador. Un extremo está sujeto a la flecha de la armadura. La corriente se mueve a través del serpentín de la armadura. Esto produce un campo magnético que reacciona con el campo magnético permanente a medida que hace que el serpentín gire con respecto al imán.

La corriente pasa a través del serpentín. Al pasar, el campo magnético hace que los extremos se rechacen. El serpentín gira sobre su flecha. La cantidad de corriente que pasa por el serpentín depende de qué tanto gire este.

El indicador está sujeto al serpentín. Por lo tanto, su movimiento está en relación con el flujo de la corriente a través del mecanismo. La escala del medidor se relaciona entonces con una comente determinada.

Veamos un ejemplo. Si 1 mA (o sea, un miliamper) hace girar el serpentín y determina el desplazamiento del indicador a través de toda la escala, una lectura de media escala sería igual a 0.5 mA. ¿Qué sería una lectura de un cuarto de escala? ¡Muy bien! La lectura de un cuarto de escala sería igual a 0.25 mA.

Por lo general, una lectura de media escala se completa en menos de media vuelta. La dirección del serpentín de la armadura es igual al de las manecillas del reloj. El indicador se mueve de izquierda a derecha.

Todas las piezas del indicador de medición básico D'arsonval están cubiertas por una caja que tiene frente de vidrio. La caja protege las piezas del polvo y las corrientes de aire. Este instrumento de medición encerrado se puede usar por sí mismo como un amperímetro muy bueno.

Escalas y rangos de los medidores

La Figura 19-1 muestra los controles y escalas operacionales de dos instrumentos para

pruebas distintos. Uno es un ohmetro VOM típico, el otro un típico voltio-ohmetro electrónico. Consulte estas ilustraciones conforme lo necesite al estudiar esta sección acerca de las escalas y los rangos de los medidores.

Escalas de los ohmetros

Veamos la indicación de cero en los dos ohmetros. La del ohmetro VOM se localiza a la derecha, mientras que la del ohmetro electrónico se encuentra a la izquierda. Aunque tal vez haya excepciones a esta regla, por lo general ésta es la condición de los medidores.

Observe también el extremo de alta resistencia (extremo del infinito) de la escala del ohmetro. Fíjese en ambos medidores. En los dos, este extremo de la escala se encuentra apretado. La razón es que las escalas de los ohmetros son siempre no lineales. No están colocadas en una línea recta, como se hace en las reglas, sino a lo largo de una curva. Por lo tanto, los ohmetros son más exactos cuando muestran lecturas del medio de la escala y de cerca del extremo de la baja resistencia.

Escalas **de corriente directa**

Por lo general, la indicación de cero en las escalas de CD se encuentra en el lado izquierdo del medidor. Lo más frecuente es que sean lineales, de manera que en ninguno de los extremos se encuentran apretadas.

Observe que el VOM tiene tres escalas básicas de CD. Cada escala tiene varios propósitos. El propósito depende de la posición del selector de rango. De manera que, para hacer una lectura correcta, es importante fijarse tanto en la lectura de la escala como en la posición del selector de rango.

A veces, la lectura de la escala de un medidor puede resultar confusa. No se preocupe. Estudie las cosas paso a paso y pronto las dominará. Veamos un ejemplo de una lectura.

Todas las lecturas de CD de 60, 15 y 3 están alineadas. Estas lecturas se localizan en las escalas de 160, 40 y 8. (Acuérdese de consultar la Figura 19-1 cuando lo necesite. Todavía estamos viendo el ohmetro VOM.)

Si el selector de rango estuviera fijado en 1.6 V CD, la lectura aplicable sería la de 60. Los valores indicados serían 0.6 V CD. Si fijamos el selector de rango en 160 mA y conservamos las mismas lecturas, el valor indicado sería 60 mA. Ahora, pongamos el selector de rango en 400 V CD. La lectura aplicable sería la de 15, y el valor indicado sería 150 V CD.

Diferencias entre las escalas de corriente directa

Hay varias diferencias entre las escalas y rangos de CD pertenecientes al ohmetro VOM y las pertenecientes al voltímetro electrónico. Ahora vamos a ver esas cuatro diferencias, punto por punto.

Primero: el medidor electrónico tiene un ajuste a cero, así como un ajuste para los ohms. ¿Cuál es el propósito del control de cero? Debe estar fijado de tal manera que la aguja del movimiento se alinie con el cero cada vez que se cambie el selector de rango. Así se asegura una lectura correcta.

Segundo: el medidor electrónico muestra en el interruptor de la función del medidor una posición de menos voltios de CD, así como una posición de más voltios de CD.

En un VOM sencillo, los voltajes positivo y negativo se pueden ajustar con sólo invertir los plomos. Para leer un voltaje de CD positivo, los plomos se deben ajustar de la manera siguiente: el plomo negro se conecta con el negativo (-) y el plomo rojo se conecta con el positivo (+). En el caso de un voltaje de CD negativo, los plomos se colocan en posición inversa.

La diferencia número tres es que el medidor electrónico de uso más generalizado no tiene un función para medir la corriente.

La última diferencia es que el medidor electrónico tiene una escala especial de cero central, la cual también se conoce como la escala de fondo. Hace posible mostrar a cada lado del cero central las indicaciones de voltaje positivo y negativo. Esto se hace sin necesidad de invertir el interruptor de función ni los alambres de prueba.

Cuando el medidor está en uso, el interruptor de función se pone en posición de más voltios de CD. La perilla del cero se ajusta hasta que la aguja del medidor queda alineada con el centro cero. Esto se hace sin aplicar voltaje.

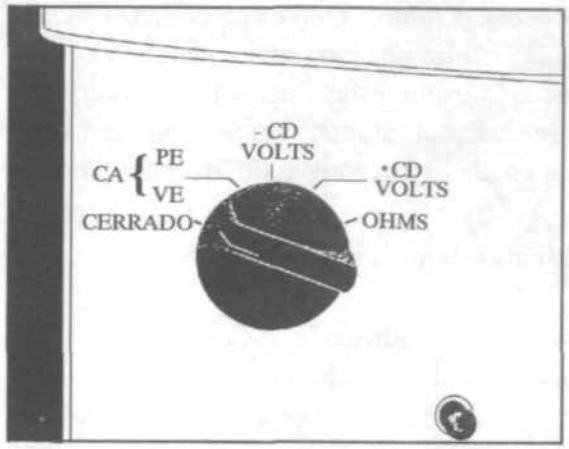


Figura 19-2. Interruptor de funciones de un medidor electrónico.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V si considera verdadera la afirmación, o la letra F *si la considera falsa.*

1.	El propósito principal de todos los medidores que se utilizan en el campo de la electrónica es detectar las fugas del fluido refrigerante.	F	V
2.	Todos los medidores utilizan alguno de los aspectos del mecanismo indicador de D'arsonval.	F	V
3.	La indicación de cero del ohmetro VOM se localiza a la derecha, mientras que la del ohmetro electrónico se encuentra a la izquierda.	F	V
4.	El VOM tiene una escala básica de corriente directa o continua.	F	V
5.	En un VOM sencillo, los voltajes positivo y negativo se pueden ajusfar con sólo invertir los plomos.	F	V

Respuestas

1. F (El propósito principal de todos los medidores que se utilizan en el campo de la electrónica es probar los circuitos y sus componentes.) 2. V 3. V 4. F (El VOM tiene tres escalas básicas de corriente continua.) 5. V

Escalas de corriente alterna

Lo más frecuente es que la indicación de cero de las escalas de CA se localicen en el lado izquierdo. Por lo general, son menos exactas que las escalas de CD.

Las mediciones del voltaje de CA se hacen con un condensador de bloqueo conectado en serie con uno de los alambres de prueba. Cuando se utiliza un VOM típico, el alambre de prueba se sujeta en la terminal de "salida". Esto impide que la CD presente en el circuito que se está midiendo pase al circuito del medidor.

Escalas de decibeles

La mayoría de los ohmetros VOM tienen escalas de decibeles (dB). El voltaje de CA se utiliza de manera normal, pero la lectura se hace en las escalas de dB.

Las escalas de dB muestran relaciones de potencia, no relaciones de voltaje. La escala está relacionada con sólo una de las escalas de CA, la escala más baja. Cuando se va a leer en forma directa de la escala de dB, el selector de rango del VOM se debe fijar en dicha escala más baja de CA.

Acuérdese de consultar siempre el frente del medidor o el instructivo, para obtener datos acerca de las escalas de dB.

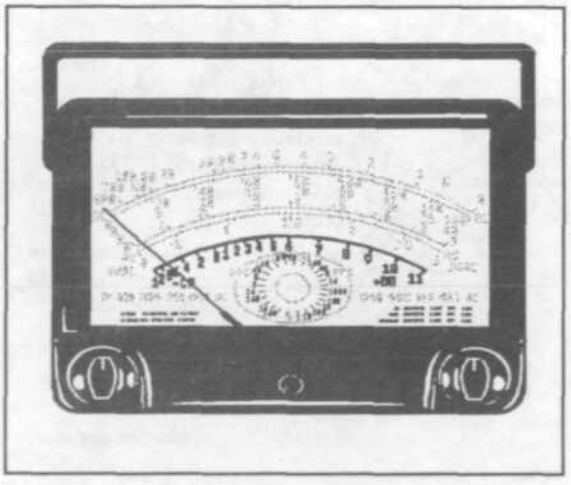


Figura 19-3. Vista de la escala de decibeles de un VOM.

Exactitud de las lecturas del medidor

Siempre se desea que la lectura hecha con el medidor sea exacta. A veces, esto puede ser un problema, el más común de los cuales se conoce como el problema de paralaje.

Un problema de paralaje es un error de observación. Puede ocurrir cuando el operario no tiene la vista directamente sobre el indicador. Debido a ello, la lectura aparece a un lado u otro de la indicación. Es necesario que el indicador y su reflejo sean vistos por el ojo como una sola imagen.

Se han hecho algunas cosas para corregir este problema. Unos fabricantes de equipos para pruebas colocan un espejo detrás del indicador en la escala. Cuando ésta tiene espejo, cerrando un ojo se puede ver si el indicador y su reflejo se encuentran alineados.

Ningún medidor puede ser más exacto que su movimiento básico. A medida que envejece el imán permanente del movimiento, el campo magnético del medidor se debilita. Por lo tanto, el medidor dará lecturas erróneas. Por lo general, la lectura es baja.

También se puede alterar el equilibrio mecánico del medidor. Esto puede ser debido a golpes, vibraciones e incluso a sobrecargas. Cuando esto sucede, el indicador se desvía de la posición cero.

La Figura 19-4 muestra un circuito típico de compensación eléctrica del mecanismo indicador. Este circuito proporciona una lectura constante de una corriente y un voltaje determinados. Dará una lectura constante incluso si el imán del movimiento se debilita, si hay pérdida de tensión en los resortes del movimiento o si se presentan situaciones similares.

La resistencia RI está conectada en derivación a lo largo del mecanismo indicador. La resistencia R2 está conectada en serie con el movimiento. Si el imán de

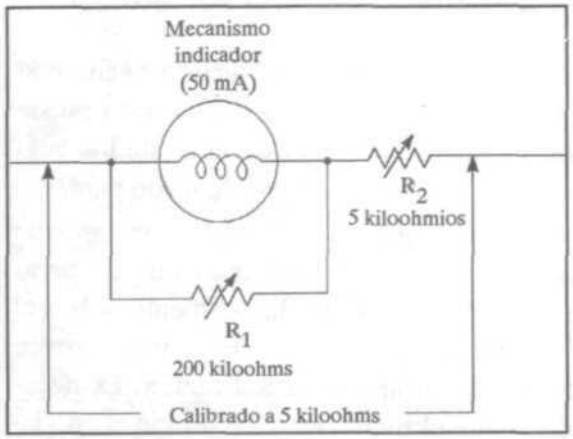


Figura 19-4. Típico circuito de compensación eléctrica del mecanismo indicador.

movimiento se debilita, la resistencia RI en derivación aumenta. Esto permitirá un mayor flujo de corriente a través del serpentín del movimiento, por un voltaje dado. Después del aumento de RI en derivación, la resistencia R2 en serie disminuye. Esto hará posible que la resistencia total del circuito del mecanismo indicador se mantenga en la válvula correcta. A su vez, proporcionará la lectura correcta de una corriente determinada.

Observe la Figura 19-5 que muestra dos típicos mecanismos indicadores. Los movimientos tienen un ajustador a "cero mecánico". No se debe confundir este ajuste a cero mecánico con el ajuste a cero ohms. Tampoco hay que confundirlo con el ajuste a "cero" de los voltímetros electrónicos.

Tal vez se pregunte usted para qué se utiliza el ajuste a cero mecánico. Esa es una buena pregunta. El ajuste se utiliza para fijar el movimiento en su cero mecánico, que es el punto en el que ninguna corriente fluye por el movimiento. El ajuste mecánico permite que el indicador se fije en cero cuando no se proporciona corriente al medidor y los alambres de prueba no están conectados.

Ahora que ha estudiado esta lección, ya sabe que un mecanismo indicador puede ser causa de un error en la lectura que da el medidor. Sabe que da una lectura errónea porque el indicador se ha alejado de la posición cero. El mecanismo indicador provocó la desviación de la posición cero.

Los movimientos del medidor pueden ser causados por una debilidad en el campo magnético. También pueden tener su origen en una perturbación mecánica. Para corregir esta condición, se necesita ajustar la posición cero del medidor.

Como centrar el ohmetro y tomar medidas de resistencia

El ohmetro mide la resistencia. El primer paso para medir la resistencia con este instrumento es centrar el medidor en el rango de resistencia que se va a medir. El medidor puede ser centrado en otros rangos. Hay algunos medidores en los que se mantiene constante para todos los rangos. En otros, el centrado del ohmetro cambia para cada rango-

El medidor se puede centrar juntando las dos puntas para pruebas y ajustando el control de ohms o cero ohms. Esto se debe hacer hasta que el indicador permanezca en

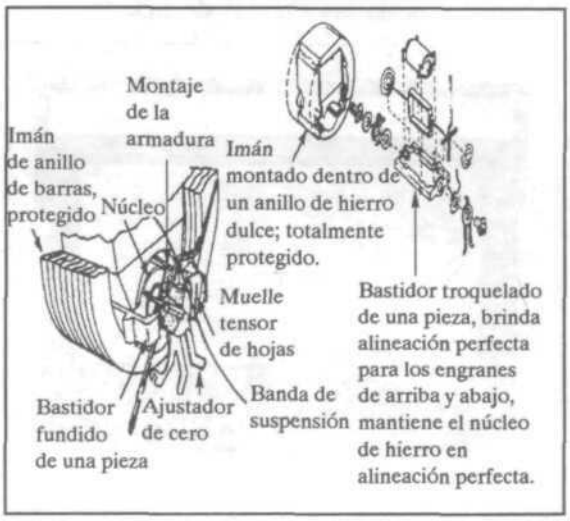


Figura 19-5. Mecanismos indicadores: tipo suspensión y tipo anillo de barras.

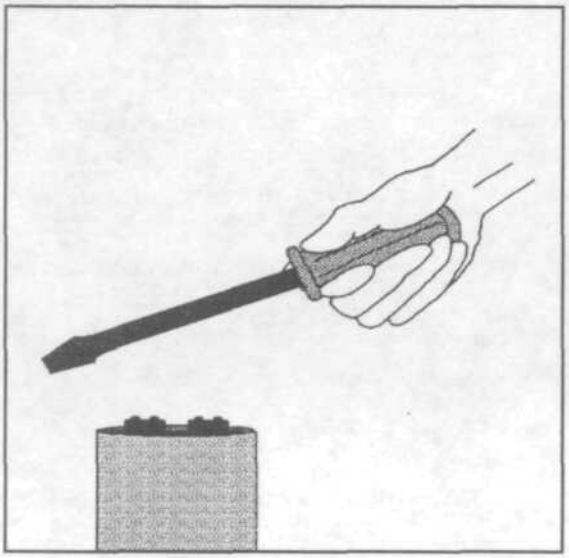


Figura 19-6. Con un destornillador se puede descargar el exceso de corriente.

el cero del ohmetro. En los ohmetros VOM esta posición se encuentra generalmente en el lado derecho de la escala. En los medidores electrónicos, se encuentra en el lado izquierdo.

Una vez que haya centrado el ohmetro, conecte las puntas para pruebas a lo ancho de la resistencia que vaya a medir. Lea la resistencia en la escala del ohmetro.

Cuando se toman lecturas con el ohmetro, pueden presentarse dos problemas.

Primero: no se debe aplicar ninguna corriente al circuito que se esté midiendo. Si el circuito tuviera alguna corriente, podría dañarse el medidor. Claro está que el resultado sería una lectura incorrecta. Así que acuérdese de que los capacitores pueden retener su carga incluso después de que se les desconecta de la corriente, y que muchas veces lo hacen.

Cuando vaya a corregir la situación, antes que otra cosa asegúrese de que se haya desconectado la comente. Con un destornillador ponga los circuitos en cortocircuito. De esta manera, el capacitor descargará la corriente que tenga todavía. Una vez hecho esto, podrá tomar fácilmente las medidas de la resistencia.

El segundo problema que se presenta cuando se toman medidas con el ohmetro tiene que ver con las resistencias en paralelo. Asegúrese de que el circuito o componente que vaya a medir no se encuentre en paralelo con otro circuito o componente por el que pase corriente directa. Esto se conoce como derivación, y no se debe permitir que ocurra. La mejor manera de evitar este problema es desconectar uno de los plomos de la resistencia.

Recuerde que, antes de utilizar el ohmetro para tomar una medida, debe centrar el medidor en el rango de resistencia que va a leer.

Como ya hemos visto, esto se puede hacer juntando las dos puntas para pruebas y ajustando los cero ohms hasta que el indicador quede en la posición cero del ohmetro.

Una vez que haya centrado el ohmetro, puede proceder a conectar las puntas para pruebas. Para ello, basta con conectarlos a lo ancho de la resistencia que se va a medir.

A estas alturas, usted ya conoce que la corriente que hay en el circuito puede causar daños al medidor. Esto da por resultado lecturas incorrectas. Ya conoce también cómo resolver el problema de eliminar del capacitor el exceso de corriente que le queda después de haber sido desconectado. ¿Recuerda cómo se hace? Pasando un destornillador por los circuitos que vaya a medir.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Lmgo, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Tipo de medición eléctrica que se hace con un condensador de bloqueo conectado en serie con uno de los alambres de prueba. _____
2. Tipo de error de medición. _____
3. Dispositivo que permite que el indicador se fije en cero cuando no se proporciona corriente al medidor y los alambres de prueba no están conectados. _____
4. Instrumento que sirve para medir la resistencia. _____
5. Método para eliminar el problema de las resistencias en paralelo en ohmetro. _____

a. ajuste mecánico
b. ohmetro
c. mediciones del voltaje
d. desconectar uno de los plomos de la resistencia
e. paralaje

Respuestas

1. c 2. e 3. a 4. b 5. d

Por último, ahora también conoce cómo resolver el problema de las resistencias en paralelo. El método más sencillo es desconectar uno de los plomos de la resistencia.

Medidas básicas con el voltímetro (voltaje)

Lo primero que se debe hacer al tomar una medida de voltaje es fijar el rango. Siempre se debe utilizar un rango más alto que el voltaje esperado. Cuando desconozca el voltaje aproximado, utilice el rango de voltaje más alto posible y entonces seleccione un rango más bajo. Haciendo esto, se puede obtener una buena lectura del centro de la escala.

Luego, fije la función con el selector. Se debe fijar en CA o CD, según se requiera. Si se utiliza la CD, es posible que también se tenga que seleccionar más o menos mediante el interruptor de funciones. Tratándose de un medidor sencillo, la polaridad se cambia con solo invertir los alambres de prueba.

Cuando se utiliza un voltímetro electrónico, el siguiente paso es centrar el medidor. Asegúrese de hacerlo después de que haya seleccionado el rango y la función. Luego, junte los alambres de prueba y fije el control de cero para que dé una indicación de cero en la escala de voltaje que se vaya a utilizar.

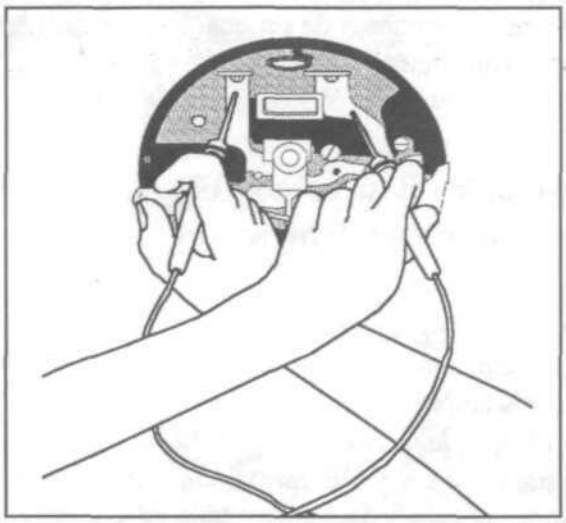


Figura 19-7. Inversión de los alambres de prueba.

Todas las medidas de voltaje se hacen teniendo el medidor en paralelo a lo ancho del circuito y de la fuente de voltaje. Debido a ello, parte de la corriente que normalmente pasa a través del circuito que se está probando pasará a través del medidor.

Es posible que fluya mucha corriente por el medidor de un ohmetro VOM cuando la resistencia total del medidor es baja. Esto podría afectar el funcionamiento del circuito. Este problema de la pérdida de la corriente paralela no se presenta en los voltímetros electrónicos, a menos que el voltaje se mida a lo ancho de un circuito de alta impedancia.

Cómo medir la CA en presencia de la CD

Supongamos que usted quiere medir únicamente la CA, pero que el circuito tiene también CD. ¿Qué se puede hacer? Puede escogerse solamente la función de "salida" o la de CA. De este modo, el capacitor de acoplamiento se transforma en una entrada del medidor.

Tratándose de un VOM, todo lo que hay que hacer es conectar los alambres de prueba que estén libres con la terminal de salida. En el caso de los voltímetros electrónicos, lo más frecuente es que la función de CA se seleccione por medio de un interruptor que lleva la sonda.

Puede suceder que el uso de la función de salida cause problemas. El capacitor de acoplamiento y la resistencia del medidor forman un filtro de alto paso. Este puede indicar los voltajes de CA de baja frecuencia. Sin embargo, casi todos los medidores proporcionan indicaciones de CA correctas por encima de 15 ó 20 hertz (Hz).

Siempre que tome medidas de voltaje de CA, tenga presente el problema de la frecuencia.

Cómo medir la CD en presencia de la CA

Supongamos ahora que usted quiere medir únicamente la CD, pero que el circuito tiene también CA. Para resolver este problema, hay varias soluciones posibles.

Si la CA es de alta frecuencia, es posible que el mecanismo indicador no responda. Por lo tanto, cuando el medidor se haya fijado para medir la CD, no habrá ninguna indicación de la CA. Además, el medidor no resultará afectado si la CA tiene un bajo voltaje en relación con la CD que se está midiendo.

Sin embargo, cuando el medidor resulte afectado por la presencia de la CA, basta con conectar un capacitor entre los alambres de prueba. Esto permitirá una derivación a la CA, y no afectará a la CD. El capacitor podría perjudicar el funcionamiento del circuito. Se cargará con el total de la CD.

En ocasiones, es posible utilizar una sonda de alto voltaje para medir la CD en presencia de la CA. La sonda tiene una resistencia en serie. Cuando ésta se combina con la capacitancia natural existente entre el

Figura 19-8. El primer paso es fijar el rango.

conductor interno y externo de la sonda (el escudo), forma un filtro de bajo paso. La acción de este filtro no afecta a la CD, pero rechaza a la CA. Como los voltímetros electrónicos generalmente utilizan algún tipo de sonda, son mejores instrumentos para medir la CD en presencia de la CA que los ohmetros VOM.

Vamos a ver este asunto otra vez, pero sin entretenernos. La fijación del rango siempre es el primer paso para tomar una medida de voltaje. Luego, se debe fijar el selector de funciones.

Cuando se utiliza un voltímetro electrónico, el paso siguiente es centrar el medidor. Si se utiliza un VOM, la corriente puede pasar a través del medidor.

La CA se puede medir en presencia de la CD. Para hacer esto, se necesita la función de "salida". Recuerde que esto puede causar un problema, porque el capacitor de acoplamiento y la resistencia del medidor pueden tender a sobrecargar los voltajes de CA de baja frecuencia.

También es posible medir la CD en presencia de la CA. Si el medidor resulta afectado por la presencia de la CA, lo único que se necesita hacer es conectar el capacitor entre los alambres de prueba. Recuerde que los voltímetros electrónicos son mejores que los ohmetros VOM para medir la CD.

Medidas básicas con el amperímetro (corriente)

Lo primero que se debe hacer para medir una corriente es fijar el rango. Acuérdese de que siempre se debe usar una corriente más alta que la corriente esperada. Si no sabe cuál es la corriente aproximada, utilice primero el rango más alto y luego escoja uno más bajo. Seleccione un rango que permita obtener una buena lectura del centro de la escala.

Hay muchos medidores en los que la tarea de seleccionar un rango de comente no se limita a poner un interruptor en una posición determinada. El ohmetro VOM típico requiere que los alambres de prueba se conecten con terminales diferentes.

Veamos un ejemplo de cómo se trabaja con un VOM. La corriente aproximada se desconoce. Esto significa que habrá que pensar en el rango más alto. Es posible que el rango de alta corriente requiera que los alambres de prueba se conecten con las terminales -10-A y +10-A.

En el rango de baja corriente se podrían utilizar las terminales comunes. En todos los demás rangos de corriente, podrían utilizarse las terminales comunes y positivas. Independientemente de cuál sea la distribución de las terminales, en todos los casos se debe fijar correctamente el selector del rango.

Una vez que se ha seleccionado la distribución de la corriente, se debe fijar el selector de funciones. Debe fijarse en CA o en CD, según sea la que se necesite para la tarea.

El VOM no mide corriente de CA. Sin embargo, esto se puede compensar escogiendo la CD positiva o negativa.

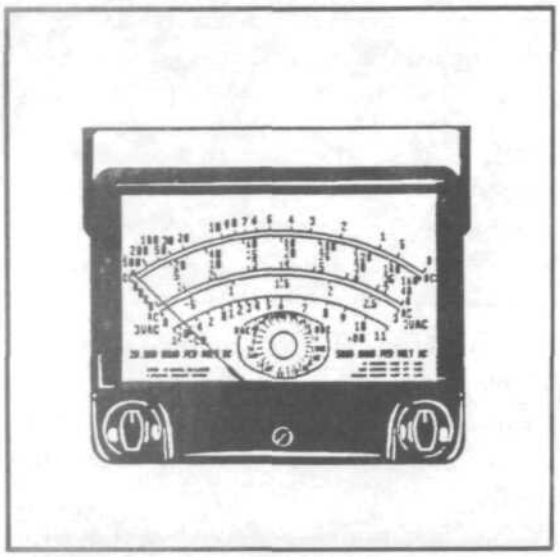


Figura 19-9. El ohmetro VOM no mide la corriente de CA.

Fíjese especialmente en lo que indicamos a continuación. Cuando se escoge la escala más baja de corriente, el medidor trabaja en realidad como un voltímetro. El mecanismo indicador se coloca en serie con el circuito. Cualquier flujo de corriente repentino puede dañar dicho mecanismo. Este problema es todavía más probable cuando hay tanto CA como CD en el circuito que se está midiendo. Puede suceder que la CA de baja frecuencia se combine con la CD, lo cual puede ser causa de errores o de que se queme el dispositivo de movimiento del medidor.

Recuerde que todas las medidas de la corriente se hacen con el medidor en serie con la corriente y la fuente de energía. Observe la Figura 19-9. Como acabamos de indicar, toda la corriente que normalmente pasa por el circuito bajo prueba pasará en cambio por el medidor. Y esto podría perjudicar el funcionamiento del circuito.

Vamos a ver este aspecto nuevamente. Para medir la corriente, lo primero que se debe hacer es fijar el rango en el medidor. Si no se conoce la corriente aproximada, comience con el rango de corriente más alto. Luego, se fija el rango de corriente.

Cuando utilice un VOM, acuérdese de conectar los alambres de prueba. Como ya sabe, los VOMs no miden la corriente alterna. Por lo tanto, cuando use un VOM escoja una corriente directa positiva o negativa.

Las medidas de la comente se hacen con el medidor conectado en serie con el circuito y la fuente de energía.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Lo primero que se debe hacer al tomar una medida de voltaje es_____el rango.

2. Siempre que se toman medidas de voltaje de corriente alterna, se debe de tener presente el problema de la_____.

3. Los voltímetros electrónicos son mejores que los_____VOM para medir la corriente directa.

4. El ohmetro VOM típico requiere que los alambres de prueba se_____con terminales diferentes.

5. Puede suceder que la CA de baja_____se combine con la CD, lo cual puede ser causa de errores o de que se queme el dispositivo de movimiento del medidor.

Respuestas

1. fijar 2. frecuencia 3. ohmetros 4. conecten 5. frecuencia

Como usar el amperímetro y el voltímetro

Hay algunas orientaciones de importancia sobre cómo medir la corriente y el voltaje con el amperímetro y el voltímetro. Estas orientaciones le ayudarán a evitar que sus instrumentos se dañen. También le ayudarán a obtener lecturas correctas, y esto es lo que realmemte importa.

Conecte el amperímetro en serie y el voltímetro en derivación, Asegúrese de colocar el lado (+) del instrumento en el lado (+) de la línea

El interruptor de cortocircuito se debe abrir antes de leer el amperímetro. Ahora, se debe dejar que fluya por el amperímetro toda la corriente que entre al motor. El amperímetro tiene una resistencia muy baja. Es de unos 0.001 ó 0.002 ohms. Por lo tanto, el amperímetro no causa una disminución apreciable en el flujo de la corriente.

El voltímetro es distinto del amperímetro. Tiene una resistencia muy alta, como de 15,000 ohms. No permite que fluya por él casi ninguna corriente apreciable. Sin embargo, sí pasa por el voltímetro corriente suficiente para que el instrumento muestre el voltaje que hay en la terminal AB del motor.

Cuando están en funcionamiento, los amperímetros y los voltímetros consumen energía eléctrica. Como consumen energía, tienen un cierto margen de error.

Cuando uno utiliza el amperímetro y el voltímetro para medir una corriente baja y un voltaje alto, se desea que el error de la lectura sea lo más pequeño posible.

A fin de que el error sea lo más pequeño posible, es muy importante que el voltímetro se coloque alrededor tanto del amperímetro como del dispositivo que se esté midiendo.

Para medir un dispositivo por el que fluye una gran corriente de bajo voltaje, se utiliza un proceso distinto. El voltímetro se coloca a lo ancho del dispositivo que se esté probando, pero no alrededor del amperímetro.

¿Es posible utilizar un voltímetro para medir la corriente? Sí, es posible. Para ello, se utiliza la ley de Ohm. Cuando la resistencia de la resistencia conocida se conecta en serie con un circuito, y el voltaje que pasa por la resistencia se mide con un voltímetro, la ley de Ohm se utiliza para determinar la corriente. Pero lo más común es que, para hacer este tipo de lecturas, se utilice un milivoltímetro.

El milivoltímetro registra en milésimas de voltios, lo cual permite utilizar un resistor de poca resistencia. Con frecuencia, los amperímetros no son otra cosa que milivoltímetros calibrados en amperios. Se conectan alrededor de un resistor, en serie con el circuito.

A veces, el resistor se localiza en el estuche del instrumento; otras, va insertado en las barras colectoras de un conmuntador. Este tipo de resistores se conoce como derivaciones. Los fabricantes de instrumentos calibran cuidadosamente estas derivaciones antes de entregarlas a los usuarios.

Ahora, para asegurarnos de que usted conoce cómo se deben conectar los instru-

mentos para pruebas que acabamos de discutir, vamos a revisar los pasos.

- Ponga los amperímetros en serie.
- Ponga los voltímetros en derivación.
- Coloque el lado (+) del instrumento en el lado (+) de la línea.
- Abra el interruptor de cortocircuito.

Para medir una corriente baja y un voltaje alto:

- El voltímetro se debe colocar alrededor del amperímetro y del dispositivo que se esté probando.

Para medir una gran corriente de bajo voltaje:

- El voltímetro se debe colocar a lo ancho del dispositivo que se esté probando.
- El voltímetro no se debe colocar alrededor del amperímetro.

Cómo probar un capacitor con un ohmetro

Si un capacitor hace cualquiera de las tres cosas siguientes, posiblemente esté defectuoso:

- No funciona
- Zumba o vibra fuertemente
- Trata de arrancar y luego se detiene

Si el capacitor tiene una fuga de un líquido, no hay otra cosa que hacer sino reemplazarlo. Igualmente, si el estuche está abombado o rajado, hay que reemplazarlo. Aunque el capacitor funcione bien durante las pruebas, es necesario reemplazarlo si tiene alguno de los defectos mencionados.

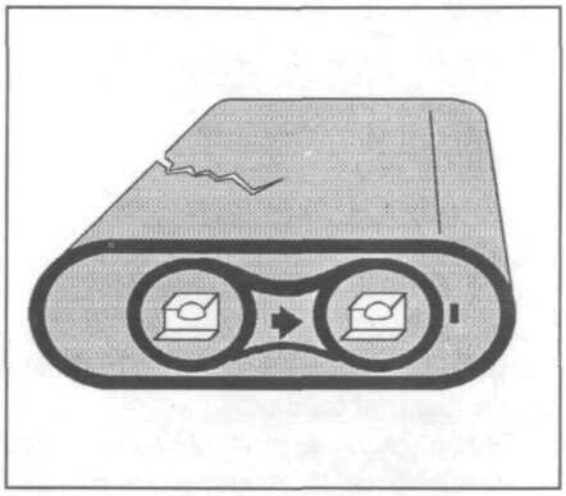


Figura 19-10. Los capacitores que están abombados o rajados se deben reemplazar.

Cuando se reemplace un capacitor, se debe cambiar por otro de la misma clasificación; o sea que el voltaje nominal del capacitor nuevo debe ser exactamente igual al del capacitor viejo.

Si se reemplaza un capacitor por otro cuya clasificación en microfaradios es más alta o más baja de lo necesario, se reduce la torsión proporcionada por el motor. En una lección posterior podrá conocer bastante más acerca de los capacitores.

Se necesita un poco de práctica para saber cómo probar los capacitores. Esto se debe a que el ajuste del ohmetro varía de acuerdo con la clasificación en mfd del capacitor. La regla general es que cuanto más baja es la clasificación tanto más alto es el ajuste que requiere el ohmetro. No obstante, en el trabajo de refrigeración y aire acondicionado se acostumbra comprobar los capacitores de rango medio.

Lo primero, y muy importante, es descargar el capacitor con un resistor de 20,000 ohms. Luego, coloque una de las puntas del ohmetro en una de las terminales del capacitor que va a probar. Observe el ohmetro. Al mismo tiempo, coloque la otra punta en la otra terminal del capacitor.

La aguja del medidor comenzará a moverse de inmediato. Primero, mostrará una resistencia cero. Luego, aumentará poco a poco la resistencia, hasta que la aguja del medidor llegue al infinito.

Naturalmente, este movimiento requiere que se seleccione la escala de resistencia apropiada. Se debe utilizar una escala compatible con el tamaño del capacitor que se esté probando.

Si al principio el medidor marca infinito, quiere decir que el capacitor está abierto. Si el medidor continúa marcando cero, es que el capacitor tiene un cortocircuito. En caso de que el medidor le dé cualquiera de estas medidas, será necesario que reemplace el capacitor.

Para probar si un capacitor blindado está conectado a tierra, ajuste el ohmetro en la escala más alta. Luego, ponga una de las puntas en la caja metálica del capacitor. A continuación, toque alternativamente cada una de las terminales del capacitor; o, lo que es lo mismo, toque primero una y luego otra de las terminales, varias veces.

Una resistencia alta, de 250,000 ohms o infinito, indica que el capacitor está en buenas condiciones.

Vamos a repasar brevemente los pasos necesarios para probar un capacitor.

- Descargar el capacitor con un resistor de 20,000 ohms.
- Colocar una de las puntas en una de las terminales.
- Observar el ohmetro.
- Colocar la otra punta en la otra terminal.
- Leer el medidor.

Para probar un capacitor blindado, se deben seguir estos pasos:

- Ajustar el ohmetro en la escala más alta.
- Poner una de las puntas en la caja metálica.
- Tocar las terminales una tras otra.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V *si considera corréela la afirmación, o la letra* F *si la considera falsa.*

1.	El voltímetro es distinto al amperímetro.	F	V
2.	El milivoltímetro registra en miles de voltios, lo cual permite utilizar un resistor de poca resistencia.	F	V
3.	Si un capacitor tiene fuga de líquido, debe reemplazarse.	F	V

4.	Cuando se tiene que reemplazar un capacitor, debe hacerse por otro de la misma clasificación.	F	V
5.	Si se reemplaza un capacitor por otro cuya clasificación en microfaradios es más alta o más baja de lo necesario, se aumenta la torsión proporcionada por el motor.	F	V

Respuestas

1. V 2. F (El milivoltímetro lee en milésimas de voltios.) 3. V 4. V 5. F (Se reduce la torsión proporcionada por el motor.)

Resumen

En esta lección habrá empezado a familiarizarse con los indicadores de medición, y con las distintas escalas y rangos de los medidores.

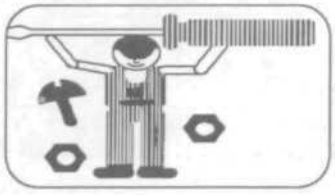
La exactitud de un medidor depende de su movimiento básico. El imán del movimiento del aparato envejece, y el campo magnético se debilita. Esto dará por resultado registros bajos e incorrectos. Entonces es cuando interviene un circuito de compensación, cuyo único propósito es dar una lectura constante a pesar de cualquier debilidad del imán.

Los mecanismos indicadores tienen un ajustador a cero mecánico que, como su nombre indica, fija el movimiento en su cero mecánico. Esto sólo es posible cuando no se aplica energía alguna al medidor y los alambres de prueba están desconectados. Usted únicamente puede centrar su mecanismo indicador cuando no está conectado el equipo bajo prueba.

Ahora ya sabe que el ohmetro sirve para medir la resistencia y los distintos pasos que hay que dar para utilizarlo: centrar el medidor en el rango de resistencia que se va a medir, ajustar el control de ohms y conectar las puntas para pruebas a lo ancho de la resistencia que se desea medir. También sabe que el voltímetro sirve para medir el voltaje, y los pasos para hacerlo: fijar el rango, establecer la función con el selector (corriente directa o corriente alterna), centrar el medidor (si es un voltímetro electrónico). Se puede medir voltaje tanto de CD como de CA. Si quiere medir sólo la CA y queda CD en el circuito, puede bloquear la CD; a la inversa, si quiere sólo CD y hay CA en el circuito, puede bloquear la CA. Conoce igualmente cómo medir una corriente con el amperímetro y las etapas del proceso: fijar el rango, por encima del de la actual corriente: fijar el selector de funciones en la corriente requerida (CD o CA). Cuando utilice un VOM, conecte los alambres de prueba a diferentes terminales.

Otra de las cosas que ha aprendido es cómo probar un capacitor, tanto con un ohmetro como con una combinación voltwattímetro que tenga un probador de capacitores. Para comprobar un capacitor de rango medio, los más usados en refrigeración y aire acondicionado, lo primero que hay que hacer es descargarlo con un resistor de 20,000 ohms. Las puntas del ohmetro van en las terminales del capacitor. La segunda punta no se coloca en la terminal correspondiente hasta que no esté listo para leer el ohmetro.

Conoce igualmente cómo probar si un capacitor blindado está conectado a tierra. Primero se ajusta el ohmetro en la escala más alta. Luego, se pone una de las puntas en la caja metálica del capacitor, y se tocan alternativamente cada una de sus terminales. Una resistencia alta, de 250,000 ohms o infinito, indica que estamos ante un buen capacitor.



Tareas Prácticas

Conocimiento del multiprobador

Materiales que usted necesitará

- Un multiprobador

Información previa

Normalmente necesitamos hacer mediciones de corriente eléctrica (amperes), flujo de corriente (volts) o temperaturas. Por supuesto existe un instrumento para cada uno de estos fines, pero hoy día ya hay en el mercado un instrumento que tiene la capacidad de ejecutar todas estas mediciones. Este instrumento se llama "multiprobador".'

Lo que usted deberá saber

Identificará cada una de las partes importantes de su multiprobador.

Procedimiento

Observará cuidadosamente el diagrama anexo y luego identificará estas mismas partes en su multiprobador.

Conclusiones

El conocimiento adecuado de nuestro instrumento de medición nos permite hacer mejor y más fácilmente nuestro trabajo.

-y después, ¿qué sigue?

¿Qué papel desempeñan los capacitores en el funcionamiento de los motores? ¿Qué es un capacitor fijo? ¿Qué es un capacitor electrolítico y por qué se llama así? ¿Cómo se calcula la capacitancia total? ¿Cómo se cambia un capacitor? ¿Qué es un analizador de capacitores? ¿Qué le pasa al capacitor cuando se invierte la tensión de línea? ¿Qué es un capacitor de recorrido? ¿Para qué sirve un motor con capacitor de división permanente?

Examen

INSTRUCCIONES: Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso. Escoja una sola respuesta para cada pregunta. Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.

1. E1 problema de paralaje se refiere a

a. un error de observación.
b. el interruptor de la función del medidor elctrónico.
c. las diferencias de las escalas de CD.
d. las diferencias de las escalas de CA.

2. Cuando la unión del alambre está floja, es posible que

a. detenga el flujo de voltaje.
b. convierta los amperios en ohms.
c. haga que las lecturas del medidor sean incorrectas.
d. impida el movimiento de las agujas del medidor.

3. Los pasos correctos para probar si hay resistencia, consisten en

a. instalar las puntas de prueba, escoger la escala de resistencia y conectar el medidor.
b. cambiar la escala de resistencia por la del medidor, y luego centrar el medidor.
c. escoger la escala de resistencia, instalar las puntas de prueba y centrar el medidor.
d. seleccionar las puntas de prueba, centrar el medidor y conectar el medidor.

4. Para probar los equipos, escoja una escala más alta que lo necesario y

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón, correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L419

redúzcala hasta llegar a la parte inedia de la escala, porque

a. es la única manera de que funcionen los instrumentos para pruebas.
b. es más fácil reducir la escala que aumentarla.
c. es la única manera de probar los equipos para pruebas.
d. impide que el equipo se dañe.

5. El ajustador a cero mecánico se utiliza para

a. medir la resistencia.
b. desconectar los equipos para pruebas.
c. fijar el movimiento en su cero mecánico.
d. evitar los choques eléctricos.

6. La alta resistencia de un ohmetro se llama también

a. el extremo en pico.
b. el extremo apretado.
c. el extremo del infinito.
d. el extremo de la regla.

7. Lo primero que se debe hacer cuando se mide la corriente es

a. fijar el rango.
b. fijar el selector de funciones.
c. abrir el interruptor de cortocircuito.
d. meter la mano en el bolsillo.

8. Los ohmetros se pueden centrar

a. juntando una con otra las dos puntas de prueba y ajustando el control de cero en ohms.
b. fijando el medidor en el rango constante.
c. con un VOM.
d. fijando la aguja en el extremo de la escala.

9. Un buen capacitor puede indicar una alta resistencia de

a. 250,000 ohms o infinito.
b. cero.
c. 2,500 ohms.
d. 25,000.

10. Cuando el medidor resulte afectado por la presencia de CA

a. basta con cambiarlo.
b. basta con conectar un capacitor entre los alambres de prueba.
c. hay que mandarlo reparar.
d. hay que comprar uno nuevo.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción 3
1. Definiciones y descripciones 3
2. Los capacitores en el funcionamiento de los motores 4
3. Estructura de los capacitores 5
4. Tipos de capacitores 8
5. Por qué fallan los capacitores 10
6. Reemplazo del capacitor 11
7. Capacitores en paralelo y en serie 12
8. Capacitores y tipos de motores 15
9. Motor con capacitor de arranque y con capacitor de recorrido 15
10. Resumen 21
11. Examen 23

Capacitores

L420 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Los capacitores en el funcionamiento de los motores, 4

Estructura de los capacitores, 5
- Capacitores fijos, 5
- Capacitores electrolíticos y de aceite, 6
- El faradio, 7

Tipos de capacitores, 8

Por qué fallan los capacitores, **10**

Reemplazo del capacitor, **11**

Capacitores en paralelo y en serie, **12**
- Revisión de los capacitores, **12**
- Problemas, **14**

Capacitores y tipos de motores, **15**
- Motor con capacitor de arranque, **15**

Motor con capacitor de arranque y con capacitor de recorrido, 15
- Motor con capacitor de división permantente, **16**
- Resumen de los capacitores, **18**

Resumen, **21**

Examen, **23**

Introducción

Cada vez está usted más cerca de convertirse en un técnico altamente calificado dentro del campo de la refrigeración y el aire acondicionado. Ya ha conocido usted algunas de las herramientas y tareas propias de un técnico calificado. Ahora necesita usted conocer cómo funcionan los diferentes equipos y elementos de un sistema de refrigeración y aire acondicionado.

Desde luego, mientras mejor conozca usted el funcionamiento de los equipos, mejor técnico será. El mejor técnico es el que mejor conoce los sistemas de refrigeración, tanto exterior como interiormente. Usted se está convirtiendo en uno de los mejores técnicos.

En esta lección le daremos a conocer los capacitores, elementos que son de suma importancia para la adecuada operación de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado.

Definiciones y descripciones

En esta lección usaremos la lista siguiente de frases y palabras; estudíelas cuidadosamente. Si posteriormente se encuentra con algún término que no conozca, consulte esta lista; para eso es.

CAPACITOR *(capacitor).* Es un aparato eléctrico que puede almacenar energía eléctrica.

CAPACITOR DE RECORRIDO *(nm capacitor).* Es un capacitor alimentado con aceite que se encuentra en el circuito de la bobina de recorrido de un motor con un valor de dos a 60 mfd. Tiene una tensión nominal de 230 a 550 volts.

CAPACITOR DE RECORRIDO DUAL *(dual run capacitor).* El capacitor de recorrido dual está constituido dentro de una caja.

CONSTANTE DIELÉCTRICA -K- *(dielectnc constant)* Es la capacidad del material dieléctrico de soportar el flujo eléctrico. Es decir que entre mayor sea el valor K. mejor será el material dieléctrico.

DIELÉCTRICO *(dielectric).* Es el material aislante que se encuentra en un capacitor. No puede conducir corriente, pero puede almacenar una carga.

ELECTRON *(electrón).* Un electrón es una de las partes básicas de un átomo. Tiene una carga eléctrica negativa.

FARADIO *(farad).* El faradio es la unidad de capacidad eléctrica d*(me* un capacitor.

FUSIBLE INTERNO **in***rnally fused).* Es el fusible que está dentro del capacitor de recorrido y que adiada a detener el daño al embobinado del motor si se runde el capacitor.

INTERRUPTOR *(switch).* Este interruptor se usa para abrir o cerrar las conexiones de una fuente de voltaje hacia un circuito de carga

Figura 20-1. Los técnicos de refrigeración y aire acondicionado tienen su propio idioma, difícil de entender para los que no son del gremio.

INTERRUPTOR CENTRIFUGO *(centrifiígal switch).* Es un interruptor que está unido al capacitor de arranque mediante cables en sene. Cuando el motor alcanza el 75% de su velocidad, el interruptor se abrirá y desconectará del circuito el capacitor de arranque.

MICROFARADIO -mfd- *(microfarad).* El microfaradio es una unidad de capacidad eléctrica igual a una millonésima de un faradio.

MOTOR *(motor).* El motor es un aparato que cambia la energía eléctrica en energía mecánica.

MOTOR DE FASE DIVIDIDA *(split-phaae motor).* Este tipo de motor tiene dos embobinados. Cuando el motor alcanza una cierta velocidad, el interruptor centrífugo se abre y el motor funciona con un embobinado.

MOTOR MONOFÁSICO *(single-phase motor).* Un motor monofásico es un motor eléctrico que funciona con corriente alterna monofásica.

PAR DE ROTACIÓN *(torque).* El par de rotación es una fuerza de torción o que da vuelta. En los motores se usa para describir la fuerza que produce un motor al encender o al estar funcionando.

RESISTOR EN DERIVACIÓN *(potential relay).* Un resistor de derivación está conectado entre las terminales del capacitor de arranque para reducir al mínimo la formación de arcos y para quitar la carga del capacitor después de que se ha usado.

TENSIÓN NOMINAL *(voltage rating).* La tensión nominal se refiere a la cantidad mayor de voltaje a la que se puede someter un capacitor.

Los capacitores en el funcionamiento de los motores

Esta lección trata esencialmente de los capacitores, aunque también aluda a veces a los relevadores, el tema de la siguiente lección. Esta relación es normal, porque capacitores y relevadores trabajan uno con otro en los circuitos eléctricos. Trabajan juntos para mejor el funcionamiento de los motores eléctricos, y los motores son el corazón de los equipos de refrigeración y aire acondicionado.

La mayor parte de los motores eléctricos están diseñados para usarse con un par de rotación de arranque y otro de recorrido. El término "par de rotación" comúnmente se usa para describir la fuerza que produce un motor al girar. El par de rotación es una fuerza que provoca un giro y que se mide en el motor, ya sea cuando está arrancando o cuando ya está funcionando. Cuanto mayor sea el par de rotación, más potente será el motor. Pero si se añaden los capacitores y los relevadores al circuito, entonces aumentará el par de rotación del motor eléctrico.

Como técnico de servicio en refrigeración y aire acondicionado, usted se encontrará con muchos tipos de motores. Por esta razón es importante que conozca los componentes que ayudan a que estos motores funcionen mejor. Comencemos con los capacitores.

El pilar del sistema de aire acondicionado es el motor monofásico. Las unidades de aire acondicionado de las casas representan el grueso del trabajo de la mayoría de los técnicos de servicio. Para que empiecen a funcionar casi todos los motores eléctricos monofásicos es necesaria la presencia de un

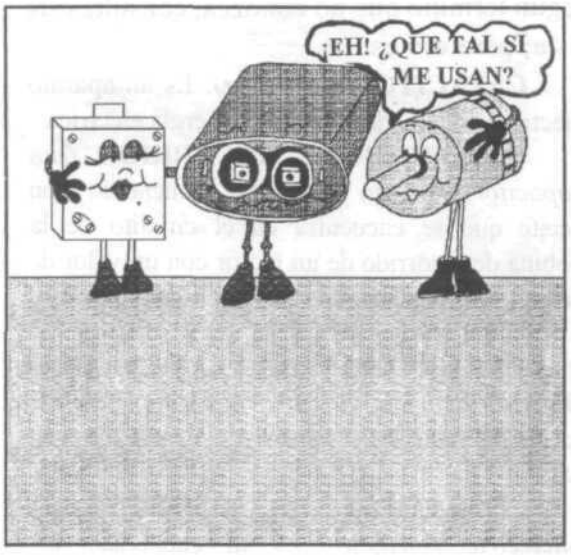


Figura 20-2. Los capacitores y los relés se inventaron para ayudar al motor.

estímulo eléctrico. Ahí es donde entra en función el capacitor. Un capacitor es un dispositivo que proporciona una fase eléctrica en las bobinas de arranque de un motor eléctrico. El capacitor aumenta el par de rotación y la eficiencia del motor.

Los capacitores pueden asimismo dar un estímulo adicional a la bobina de recorrido del motor. El capacitor puede ofrecer al motor un alto par de rotación de arranque, y luego quedar fuera de servicio cuando el motor esté funcionando. En esa forma, ocupará usted menos energía para hacer funcionar el motor durante el tiempo que sea necesario. El capacitor de recorrido también tiene como tarea proporcionar ese estímulo eléctrico adicional para contribuir a que el motor funcione con suavidad. Así los capacitores dan una carga al motor en el par de rotación y reducen la carga de energía del motor.

Es importante que cada motor tenga la capacitancia adecuada. Eso es porque, si no hay suficiente capacitancia, el motor no arrancará; y si hay demasiada, el motor se sobrecalentará. El sobrecalentamiento acortará la vida del motor. Por la potencia (los caballos de fuerza) del motor se puede saber el tamaño de capacitor que se necesita. También se puede saber si se multiplica por 2,650 el amperaje del motor y luego se divide la cifra obtenida entre el voltaje aplicado:

$$\text{mfd} = \frac{2{,}650 \times \text{amps}}{\text{volts}}$$

(En esta lección le diremos cómo encontrar el mfd. Por ahora, sólo tenga en cuenta que cada motor debe tener el capacitor de la medida correcta para que su funcionamiento sea eficiente).

Estructura de los capacitores

Los capacitores tienen una estructura sencilla. No son más que dos placas de metal que

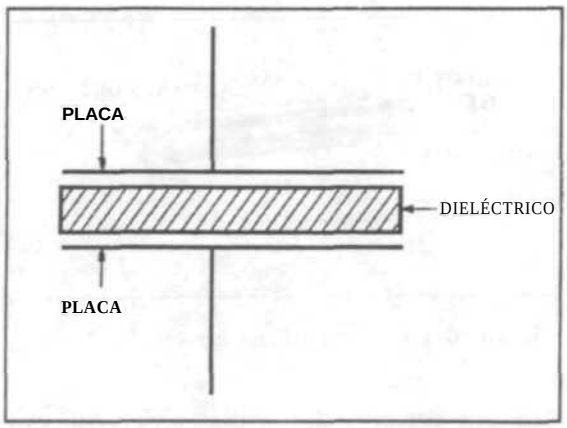


Figura 20-3. Un capacitor consta de dos placas metálicas separadas por un dieléctrico.

actúan como electrodos. Esos electrodos están separados por un aislante (dieléctrico) y se encuentran en una caja. En otras palabras, un capacitor está hecho de dos conductores de electricidad separados por un no conductor de electricidad. Con esta estructura, se puede almacenar una corriente eléctrica en el aislante o dieléctrico.

Las placas de metal, por lo general, son de aluminio. El dieléctrico no es más que aire. También puede ser un papel tratado químicamente, o algún otro material que no sea conductor de electricidad. Los materiales dieléctricos se clasifican con base en su capacidad de almacenar una corriente eléctrica. Esta clasificación se llama Constante Dieléctrica (K). Entre más alto sea el valor K, mejor será el material dieléctrico. Por ejemplo, el valor K del aire es 1. Esto se utiliza como un estándar. El vidrio y la mica tienen valores que van desde 3 hasta 10, mientras que el papel encerado tiene una constante de 3.5.

Capacitores fijos

A los capacitores como el mencionado se les llama capacitores fijos. Es decir, que no se puede cambiar su capacitancia. Se usan como dieléctrico muchos tipos de materiales diferentes. De hecho, al capacitor se le

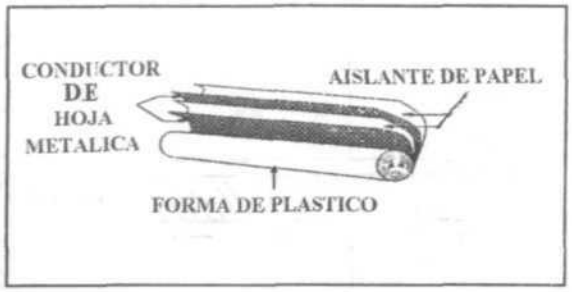


Figura 20-4. Capacitor de papel.

nombra por el material dieléctrico que emplea. Por ejemplo, un capacitor de papel es el que usa papel como dieléctrico. Está hecho de tiras planas y delgadas de hojas metálicas separadas por papel encerado. Generalmente se les sella con cera.

Los capacitores de papel utilizan en sus cubiertas exteriores todo tipo de papel, desde cartón hasta plástico amoldado. En la Figura 20-4 se ilustra un capacitor típico de papel.

Algunos otros tipos de capacitores fijos son los capacitores de mica, los de cerámica, los electrolíticos y los de aceite. Todos ellos reciben su nombre debido al tipo de dieléctrico que emplean.

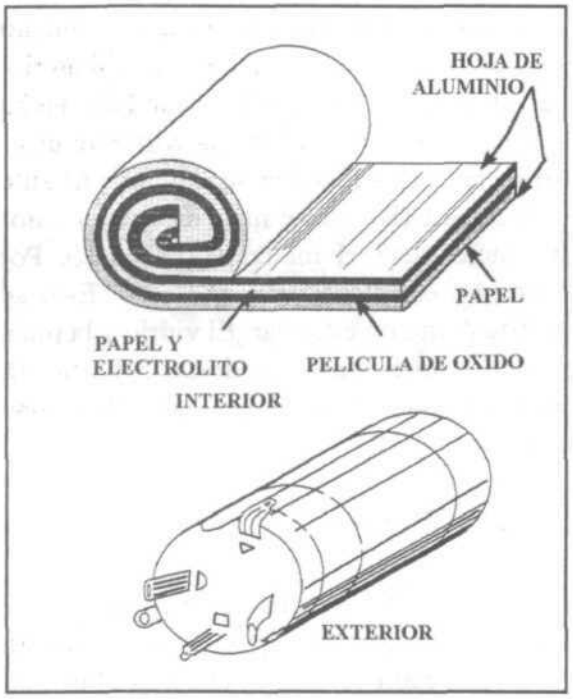


Figura 20-5. Construcción de un capacitor electrolítico.

Capacitores electrolíticos y de aceite

En refrigeración y aire acondicionado, se usan capacitores electrolíticos y de aceite. En ambos casos, las placas por lo general son de aluminio. Cuando se cargan las placas, en el dieléctrico se crea un campo electrostático. La corriente eléctrica no puede fluir por el dieléctrico, pero los electrones del campo electrostático son atraídos hacia la placa con carga positiva. Los electrones son partículas eléctricas con carga negativa, así que serán atraídos por la carga positiva. Esto determina que se alargue la órbita de electrones de los átomos que están en el dieléctrico. La figura 20-6 muestra los átomos del dieléctrico antes y después de aplicar el voltaje.

Cuando se aplica el voltaje y el capacitor se "llena" o se carga de electrones, se dice que el capacitor tiene capacitancia. Los átomos alargados permiten que el capacitor produzca una alta corriente cuando se descarga. Imagínese un arco y una flecha. De la misma manera que se suelta la flecha y se dispara por el aire, los electrones se atraen y luego son impulsados hacia la placa positiva a gran velocidad.

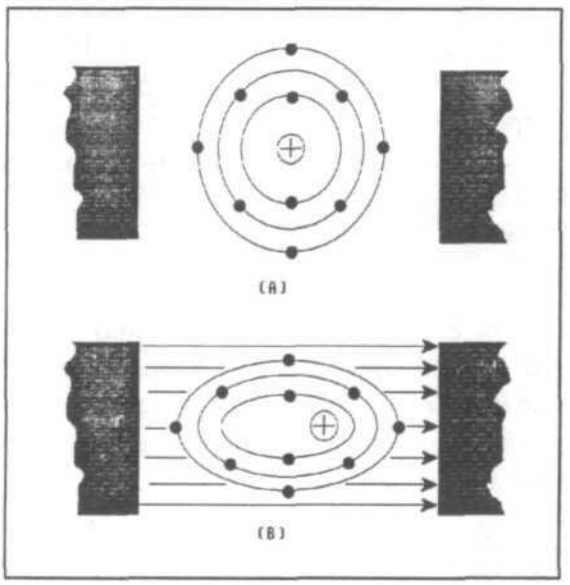


Figura 20-6. Órbita dieléctrica de electrones. Átomo del dieléctrico antes de aplicar voltaje (1*). Después de aplicar voltaje *(B).*

El faradio

Los capacitores se evalúan en unidades llamadas faradios. Sin embargo, el faradio es una cantidad de capacitancia tan grande que difícilmente se usa. La unidad que se usa con más frecuencia es el microfaradio (mfd), que es una millonésima de un faradio. Para simbolizar "micro" se utiliza la letra griega (mu). No obstante, puesto que esa letra griega no es un símbolo estándar de muchas máquinas de escribir, con frecuencia sólo encontrará "mfd".

El valor mfd de un capacitor depende de tres factores:

- El área de las placas
- La distancia entre las placas
- La constante dieléctrica del aislante que se encuentra entre las placas

Si se utilizan placas grandes o una pequeña cantidad de aislante entre las placas, habrá un mfd grande. Si el capacitor usa placas de metal pequeñas o mucho aislante entre las placas, tendrá un mfd bajo. Los capacitores con un alto mfd darán una carga eléctrica grande, mientras que los capacitores con un mfd bajo darán una carga eléctrica pequeña. Resumámoslo así: el voltaje aplicado produce una carga en el capacitor. Esta acumulación crea a su vez una acumulación electrostática a través de las placas del capacitor. Cuando el voltaje del capacitor iguala el voltaje aplicado, entonces el capacitor está totalmente cargado. La carga se queda en el capacitor haya o no un voltaje aplicado. Permanece ahí gracias al material dieléctrico. El capacitor se puede descargar cuando hay una trayectoria de conducción entre las placas.

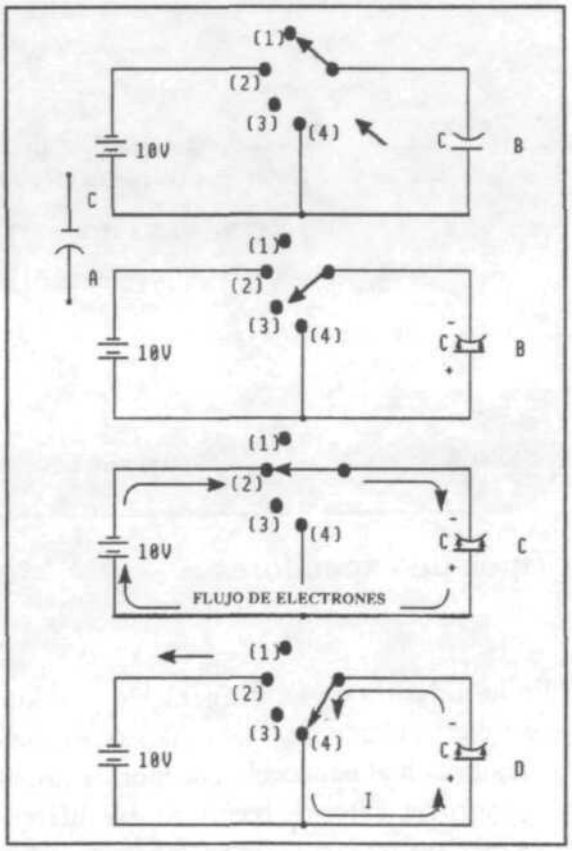


Figura 20-7. Capacitores en circuitos. Símbolo esquemático de un capacitor *(A)*. Circuitos no cargados *(B)*. Circuito cargado *(C)*. Circuito descargado del capacitor *(D)*.

Cuando se descarga el capacitor, las órbitas alargadas de los electrones del dieléctrico regresan a su forma original y la energía eléctrica almacenada es devuelta al circuito. Recuerde que el capacitor no consume energía. La energía que atrae se recobra cuando se descarga el capacitor.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un circulo la letraV 'si considera verdadera la afirmación, u la letrá F si la considerafalsa.

1.	La mayoría de los motores eléctricos están diseñados para usarse con un par de rotación de arranque y otro de recorrido.	F	V
2.	Todos los motores eléctricos operan con la mismacapacitancia.	F	V
3.	Los materiales dieléctricos se clasifican con base en su capacidad de almacenar una corriente eléctrica.	F	V
4.	En la refrigeración se usan capacitores electrolíticos y de aceite.	F	V
5.	Los capacitores se clasifican en unidades llamadas ohms.	F	V

Respuestas

1. V 2. F (Es importante que cada motor tenga la capacitancia adecuada.) 3. V 4. V 5. F (Los capacitores se clasifican en unidades llamadas faradios.)

Tipos de capacitores

En la industria de la refrigeración y el aire acondicionado se usan dos tipos de capacitores principalmente: el capacitor de arranque y el capacitor de recorrido. La diferencia entre estos dos tipos de capacitores son la fuerza, el tamaño, la forma, la construcción y el uso.

Como regla general, el capacitor de recorrido es de mayor tamaño porque se usa aceite como dieléctrico. Normalmente tiene un valor bajo de mfd, puesto que proporciona un bajo par de rotación y una baja carga.

El capacitor de arranque generalmente se desconecta una vez que ha arrancado el motor, porque no está diseñado para almacenar corriente durante un largo periodo. Si se deja en el circuito el capacitor de arranque durante mucho tiempo, puede provocar un daño permanente.

El capacitor de arranque es un capacitor electrolítico. Se llama capacitor electrolítico porque el dieléctrico está hecho de papel tratado con una película de óxido muy delgada. Junto a él se coloca un electrólito. Este es colocado entre dos hojas delgadas de aluminio. Posteriormente estas capas se enrollan hasta tener una forma cilindrica. Normalmente la cubierta del capacitor es de baquelita. Por lo general, el valor mfd del capacitor está impreso en el cuerpo del capacitor. Observe la Figura 20-2 para que recuerde cómo es.

El capacitor de arranque con frecuencia tendrá un resistor de derivación a través de sus terminales. Este resistor evita la formación de arcos y se usa para descargar el capacitor después de haberlo usado.

Como su nombre indica, el trabajo del capacitor de arranque es ayudar a que arranque el motor. Ese es el trabajo perfecto para el capacitor electrolítico, porque puede almacenar una gran cantidad de capacitancia en un pequeño espacio. El capacitor de arranque sólo se usa por poco tiempo, generalmente no más de un segundo. Una vez

que el motor ha alcanzado una cierta velocidad, se retira del circuito eléctrico el capacitor de arranque hasta que se vuelve a necesitar. El interruptor del relevador es el que casi siempre hace esto. Posteriormente hablaremos de ello.

Normalmente, el capacitor de arranque se consigue en valores de 75 a 600 microfaradios. Por lo general tiene un voltaje que va de los 75 a los 330 volts.

El capacitor de recorrido es un capacitor de aceite. Se llama capacitor de aceite porque el dieléctrico es papel mojado en aceite. Está hecho de dos placas de hojas de metal, generalmente de aluminio, separadas por papel sumergido en un aceite dieléctrico especial. Su dieléctrico tiene una alta constante dieléctrica. Casi siempre está dentro de una caja de metal y es de mayor tamaño que el capacitor de arranque.

El capacitor de recorrido tiene un propósito totalmente distinto al del capacitor de arranque. Aunque el capacitor de recorrido ayuda a poner en operación el motor, su principal trabajo es darle una mayor eficiencia en su funcionamiento. Por su nombre, "capacitor de recorrido", usted puede inducir que trabaja mientras el motor está funcionando. Puesto que se queda conectado en el circuito eléctrico durante todo el ciclo de la operación del motor, necesita alguna forma de eliminar la acumulación del calor. El aceite del dieléctrico se usa con este fin.

Puesto que el capacitor de recorrido permanece conectado en el circuito durante toda la operación del motor, no se puede simplemente acoplar a la electricidad y al motor. Debe conectarse debidamente con cables al motor. Con frecuencia tendrá una terminal marcada o identificada. Esta terminal estará marcada con una flecha, un punto rojo o una barra. Siempre se debe conectar con cables la terminal a la terminal de la bobina del motor.

El capacitor de recorrido está conectado en serie con cables entre las bobinas de arranque y de recorrido del motor. Una terminal del capacitor está conectada a la terminal de arranque y otra a la terminal de recorrido. Fíjese que no esté dañada la bobina de arranque cuando conecte el capacitor de recorrido. Eso podría suceder si se desconecta un capacitor que está mal conectado. Recuerde que la terminal que no está marcada está conectada a la bobina de arranque del motor, y la terminal marcada está conectada a la bobina de recorrido del motor. Es más probable que se desconecte la terminal marcada.

El capacitor de recorrido por lo general tiene un valor de dos a 60 microfaradios. Tiene una tensión nominal de 230 a 550 volts. La Figura 20-8 ilustra la forma que tienen estos capacitores.

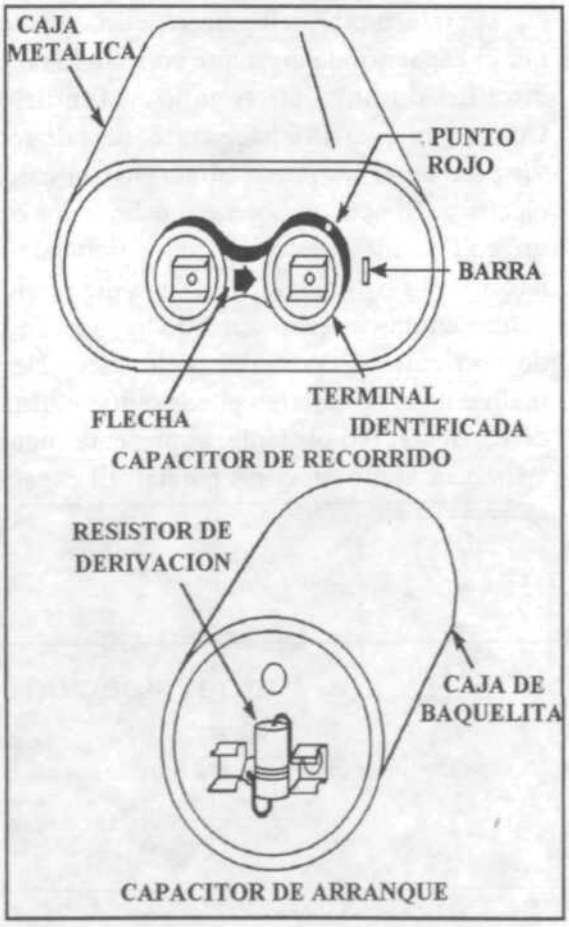


Figura 20-8. Tipos de capacitores.

Por qué fallan los capacitores

Un capacitor, como casi cualquier dispositivo, puede fallar o funcionar de manera incorrecta. Existen muchos factores que pueden provocar fallas o funcionamientos inadecuados. Aquí le presentamos las ocho causas más comunes por las que fallan los capacitores:

- interruptor de arranque defectuoso
- carga de motor excesiva
- ciclo de trabajo excesivo
- cojinetes del motor defectuosos
- tensión de línea baja
- capacitancia incorrecta
- voltaje incorrecto del capacitor
- temperatura excesiva

Un interruptor defectuoso podría mantener el capacitor de arranque conectado en el circuito durante un tiempo y fundirlo. Cuando un capacitor hace corto, deja de servir porque ya no puede almacenar la carga eléctrica. Si se le expone a mucho calor o a un voltaje incorrecto, el dieléctrico puede hacer corto o "fugarse". La fuga dieléctrica ocurre en un capacitor cuando hay una fuga de corriente a través del dieléctrico. Normalmente el dieléctrico puede evitar el flujo de corriente. No obstante, si presenta fugas, aparecerá como un corto parcial. El capacitor no se cargará totalmente. Si la fuga es grande, habrá una rápida pérdida de carga y un sobrecalentamiento del capacitor.

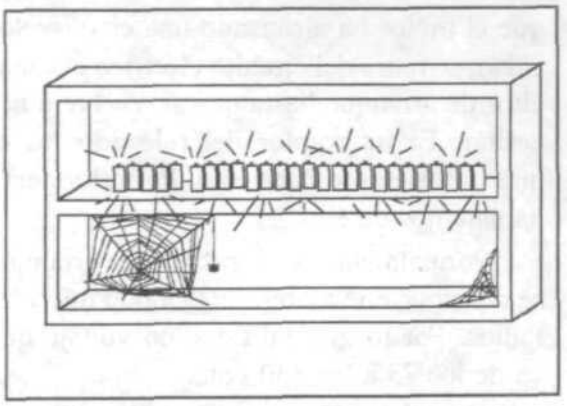


Figura 20-9. Los capacitores resisten bien el paso del tiempo, excepto el capacitor electrolítico.

Algunas veces la causa es un mala conexión de los cables. O que quizás el capacitor tenga un defecto de fábrica. A excepción del capacitor electrolítico, los capacitores no se deterioran por estar sin funcionar. En otras palabras, puesto que no hay voltaje, la mayoría de los capacitores aguantan bien el almacenaje. Así que no crea que su capacitor ha perdido algo sólo porque no lo ha usado durante algún tiempo.

La única excepción, como ya se dijo, son los capacitores electrolíticos. Esos deben usarse siempre desde que salen de la fábrica. De otra forma el electrólito se seca con el tiempo. El capacitor sólo trabaja bien con un electrólito húmedo.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de ¡a lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1.- Tipo de capacitor que generalmente se desconecta una vez que el motor ha arrancado. _____

2. Tipo de capacitor que trabaja mientras el motor esta funcionando. _____

a. capacitor de recorrido

b. aceite

3. Forma de conectar el capacitor de recorrido entre las bobinas de arranque y de recorrido del motor._____

4. Elemento que se usa como dieléctrico de los capacitores para eliminar la acumulación de calor._____

5. Tipo de capacitor que se deteriora con el tiempo si no se utiliza. _____

c. capacitor electrolítico

d. capacitor de arranque

e. en serie

Respuestas

1. d 2. a 3. c 4. b 5. c

Reemplazo del capacitor

Cualquiera que sea la razón, si el capacitor no muestra acción de carga o sólo una acción limitada, necesita cambiarse. Hay algunas cosas que hay que vigilar.

A continuación le proporcionamos una guía para cambiar los capacitores:

- El voltaje del reemplazo debe ser igual al del capacitor que se va a cambiar o mayor que éste.
- Siempre que sea posible, los capacitores de reemplazo deben ser de la misma capacidad que el original.
- Nunca instale un capacitor con una tensión nominal menor que la que tiene el que se va a reemplazar.
- El reemplazo del capacitor de arranque puede tener un valor en microfaradios de más o menos un 10%con respecto al que se va a cambiar.
- El reemplazo del capacitor de recorrido debe tener un valor en microfaradios igual o no mayor del 10% que el del capacitor que se va a cambiar.
- Si se va a usar más de un capacitor para reemplazar al que falla, y si los capacitores se instalan en paralelo, la capacitancia será la suma de los capacitores.
  CT = C1+C2+C3
- Si los capacitores de reemplazo se conectan en serie, la capacidad total estará determinada por las fórmulas siguientes:

$$CT = \frac{C1 \times C2}{C1 + C2}$$

Esto significa que se puede obtener la capacitancia total multiplicando los mfd del capacitor 1 por los mfd del capacitor 2 y dividiendo esa cifra entre la suma de los valores mfd de los capacitores 1 y 2.

Recuerde: trate de reemplazar un capacitor en mal estado por el capacitor adecuado. Las reglas anteriores no son más que una guía en caso de que no pueda efectuar el reemplazo exacto. Teniendo en cuenta estas reglas usted podrá reemplazar cualquier capacitor en cualquier circuito.

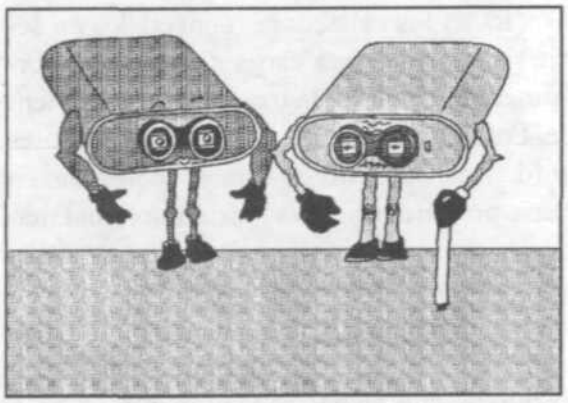


Figura 20-10. Siempre trate de igualar el viejo capacitor.

Capacitores en paralelo y en serie

Veamos ahora los capacitores en paralelo y en serie. De hecho, le entrenaremos para obtener la capacitancia total (valor mfd total) de un circuito.

Los capacitores pueden estar conectados en serie o en paralelo. La conexión en paralelo significa que el voltaje es el mismo a través de los capacitores en paralelo. El voltaje de cada capacitor debe ser igual o mayor que el del capacitor que se va a reemplazar. Para encontrar la capacitancia total (valor mfd total), sume los valores mfd de los capacitores en paralelo.

$$CT = C1+C2+C3$$

Por ejemplo: ¿cuál es la capacitancia total de un circuito si un capacitor de .01 mfd está en paralelo con un capacitor de .02 mfd?

$$CT = .01 \text{ mfd} + .02 \text{ mfd}$$
$$CT = .03 \text{ mfd}$$

Intente hacer éste. ¿Qué capacitor debe conectarse en paralelo con un capacitor de 3 mfd para tener una capacitancia total de 6 mfd?

$$6 \text{ mfd} = 3 \text{ mfd} + C2$$
$$C2 = 6 \text{ mfd} - 3 \text{ mfd}$$
$$C2 = 3 \text{ mfd}$$

Todos los capacitores conectados en serie tienen la misma carga de corriente porque están en una sola trayectoria de corriente. Por lo tanto, deben ser iguales los valores mfd. Los capacitores que se conectan en serie proporcionan una tensión nominal mayor para la combinación. Por ejemplo: cada una de las dos capacitancias iguales colocadas en serie tiene la mitad del voltaje aplicado. La suma de los voltajes debe ser igual o mayor que el del capacitor que se va a reemplazar. (Observe que los fabricantes no recomiendan poner más de dos capacitores en serie). Para encontrar la capacitancia total de los capacitores conectados en serie, hay que emplear la fórmula siguiente:

$$CT = \frac{C1 \times C2}{C1 + C2}$$

Por ejemplo, encuentre la capacitancia total en microfaradios de un circuito que contenga un capacitor de un microfaradio y un capacitor de 5 microfaradios conectados en serie.

$$CT = \frac{1 \times 5}{1 + 5}$$
$$CT = \frac{5}{6}$$
$$CT = .83 \text{ mfd}$$

Observe la Figura 20-11. Es un dibujo esquemático de un circuito capacitivo en paralelo y un circuito capacitivo en serie.

Revisión de los capacitores

Ahora que ya conoce cómo cambiar un capacitor, necesita conocer cómo revisar un

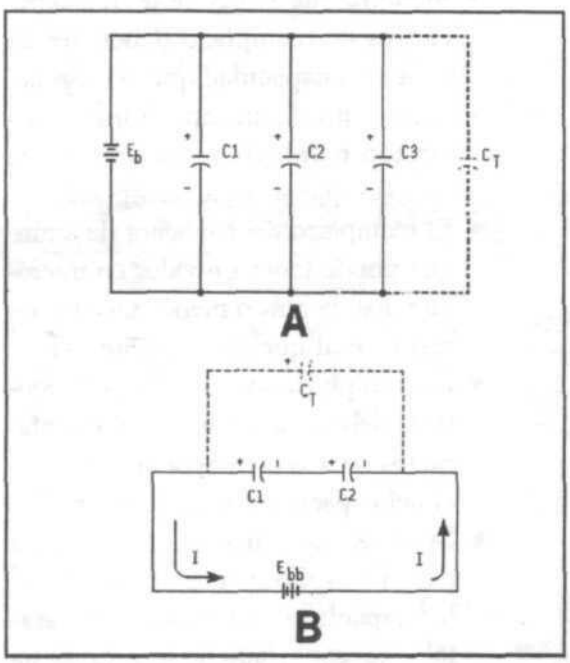


Figura 20-11. Circuitos capacitivos. Circuito capacitivo paralelo *(A).* Circuito capacitivo en serie *(B).*

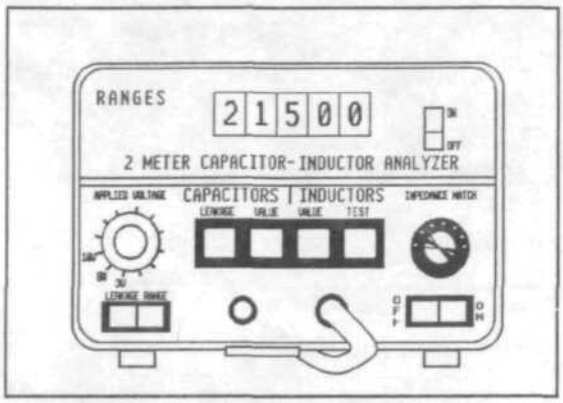


Figura 20-12. Analizador del capacitor.

capacitor descompuesto. Existen muchos métodos para determinar si un capacitor está en buen estado o no. El mejor es usar un "analizador de capacitores".

El analizador de capacitores registrará los microfaradios y le dirá si el capacitor está en corto o abierto. La mayoría de los técnicos de servicio en refrigeración y aire acondicionado no llevan consigo un analizador de capacitores. Cuando tienen que revisar un capacitor utilizan un ohmetro.

El procedimiento de uso de un ohmetro para revisar un capacitor es descargar primero el capacitor. Hágalo colocando una resistencia a través de las terminales del capacitor. Para ello servirá una pequeña bobina de cable aislado.

Después de descargar el capacitor, coloque las puntas del ohmetro a través de las terminales. Si el medidor marca cero, el capacitor está en corto. Si el medidor marca

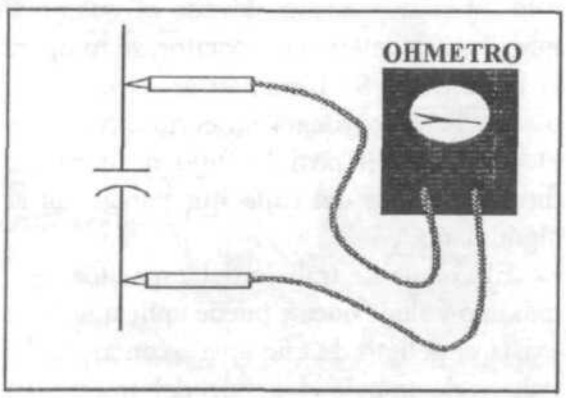


Figura 20-13. Prueba de un capacitor con un ohmetro.

infinito, el capacitor está abierto. Si la aguja del medidor se mueve rápidamente hacia cero y regresa despacio hacia el infinito, el capacitor no está ni abierto ni en corto y probablemente tiene algo de capacitancia. El ohmetro no medirá la potencia del capacitor, pero es de gran ayuda para detectar sus problemas.

Cuando se conecta el ohmetro por vez primera, su batería carga el capacitor. Esta corriente de carga es la razón de que la aguja del medidor se aleje del infinito. La máxima corriente fluye en el primer instante de la carga. Luego la corriente de carga disminuye conforme el voltaje del capacitor aumenta hacia el voltaje aplicado. Así que la aguja del medidor se mueve lentamente hacia el infinito. Tanto el aumento como la disminución de las lecturas del medidor son resultado de la carga.

Si la tensión de línea se invierte, el capacitor se descarga. Sin embargo, la prueba del ohmetro no mostrará si una placa está partida o rota, ni si el dieléctrico del capacitor se está descomponiendo por el voltaje.

Un capacitor descompuesto puede causarle problemas al sistema. Si se presentan estos problemas, usted sospechará que el capacitor está descompuesto. Un capacitor descompuesto puede provocar lo siguiente:

- que no sirva el ventilador del condensador.
- que funcione el ventilador del condensador, pero que no arranque el compresor.
- que el compresor haga un zumbido pero que no arranque.

Un capacitor descompuesto a menudo es la razón de que el motor del compresor funcione con sobrecarga. Así que si se tropezase alguno de estos problemas, un buen técnico como usted podría revisar los capacitores con un ohmetro o un analizador de capacitores.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vados el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

\. Si se va a usar más de un capacitor para reemplazar uno que falla, y si los capacitores se instalan en paralelo, la capacitancia será la_____de los capacitores.

2. El_____de cada capacitor debe ser igual o mayor que el del capacitor que se va a reemplazar.

3. Todos los capacitores conectados en_____tienen la misma carga de corriente porque están en una sola trayectoria de corriente.

4. El analizador de capacitores da la lectura de los_____y dice si el capacitor está en corto o abierto.

5. Si la tensión de línea se_____, el capacitor se descarga.

Respuestas

1. suma 2. voltaje 3. serie 4. microfaradios 5. invierte

Problemas

Ahora que ya puede reemplazar un capacitor en mal estado, necesitará algo de práctica para encontrar el correcto valor en mfd que se va a usar. Si necesita un poco de ayuda, consulte las ocho reglas para cambiar capacitores que se vieron anteriormente. Usted necesitará estas tres fórmulas:

Hagamos algunos problemas para ilustrarlas.

1. ¿Qué capacitancia tendría un capacitor si produjera 15 amperes en 230 voltios?
2. Si usted conectara dos capacitores de arranque en serie y uno tuviera una capacitancia de 108 mfd y el otro tuviera una capacitancia de 88 mfd, ¿cuál sería su valor total en mfd?

$$mfd = \frac{2650 \times amps}{volts}$$

$$CT = C1 + C2 + C3$$

$$CT = \frac{C1 \times C2}{C1 + C2}$$

Respuestas: (1) 173 mfd
(2) 48 mfd

Recuerde que la tensión nominal del capacitor es tan importante como el valor en mfd. Si es demasiado elevado el voltaje al que se va a someter el capacitor, se romperá el dieléctrico. Se formarán arcos entre las placas. Esto provocará un corto circuito en el capacitor. El posible flujo de corriente directa a través del capacitor puede causar algún daño.

El voltaje de trabajo del capacitor es el máximo voltaje que se puede aplicar sin que exista el peligro de que aparezcan arcos. El voltaje de trabajo depende del tipo y del grosor del dieléctrico

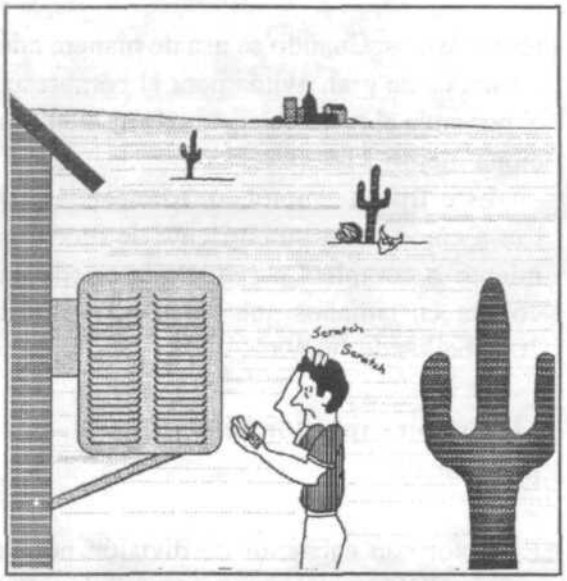


Figura 20-14. Algún día se alegrará de saber las reglas para cambiar un capacitor.

Elija un capacitor cuyo voltaje de trabajo sea por lo menos 50% más elevado que el mayor voltaje que se aplique.

Es importante repasar las reglas de reemplazo de capacitores. Quizás usted se encuentre ubicado a bastante distancia de su proveedor, o tal vez esté cerrada la tienda en donde compra. Así que familiarícese con las reglas de reemplazo de los capacitores. Le ahorrará mucho tiempo. Está por demás decir que su tiempo es muy valioso.

Capacitores y tipos de motores

Como ya conoce, hay muchos tipos de motores que usan capacitores para aumentar el par de rotación y la eficiencia. En otras lecciones conocerá más acerca de los motores que se usan en la industria de la refrigeración y el aire acondicionado. Por el momento, le presentaremos los motores más importantes en la industria que utilizan capacitores.

Motor con capacitor de arranque

El motor con capacitor de arranque se usa para proporcionar potencia a los ventiladores y las bombas centrífugas. Estas son todas las áreas donde se necesita un impulso con velocidad constante. Este tipo de motor desarrolla un alto par de rotación de arranque con una fracción de caballo y un moderado par de rotación de arranque.

Para su operación se conecta en serie un embobinado auxiliar con el capacitor en el circuito del motor. Cuando el motor se acerca a la velocidad de recorrido, un interruptor centrífugo desconecta del circuito el capacitor y el embobinado auxiliar.

Debido a que el capacitor está conectado en serie con el embobinado de arranque, cuando éste empiece a operar jalará de tres a seis veces su máxima corriente de arranque. Generalmente se le encuentra en tamaños que van desde 1/6 a 10 caballos de fuerza y dos voltajes.

Motor con capacitor de arranque y con capacitor de recorrido

Un motor con capacitor de arranque y con capacitor de recorrido (CACR) tiene también un alto par de rotación de arranque.

Esto es posible porque utiliza un capacitor de arranque y un capacitor de recorrido. El capacitor de arranque le proporciona una buena capacidad de arranque y puede desconectarse del circuito durante el periodo de funcionamiento. El capacitor de recorrido proporciona una gran eficiencia en la velocidad de funcionamiento. Este tipo de motor se usa en los compresores y las bombas reciprocantes u oscilantes.

El motor CACR permite que el compresor arranque cuando hay pesos muy grandes. Las unidades de aire acondicionado que no permiten que haya un balance rápido de presiones durante el ciclo de paro pueden usar este motor. Como podrá imaginarse, esto le da mucho valor a estos motores. Tiene las mejores características de arranque y de recorrido de cualquiera de los motores monofásicos. Cuando se usa de manera adecuada, es de gran ayuda para el compresor. Y por ende el resto del sistema también funciona mejor.

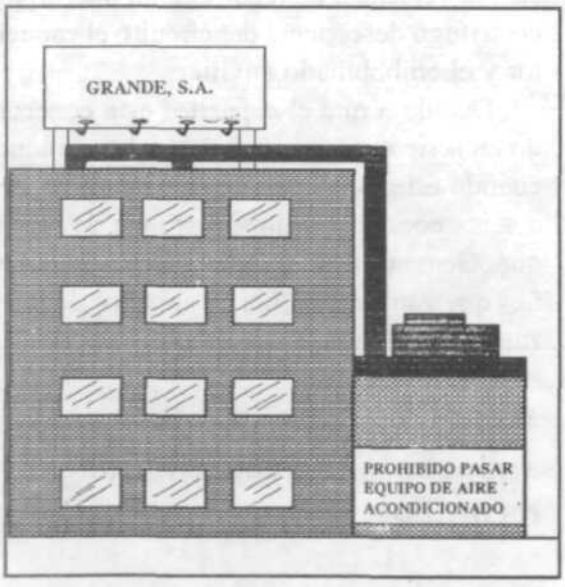


Figura 20-15. El sistema de aire acondicionado de esta compañía usa un motor con capacitor de arranque y capacitor de recorrido.

Este tipo de motor al arrancar jala de tres a cinco veces su corriente de funcionamiento a completa carga. Se le puede encontrar en tamaños que van desde 2 hasta 20 caballos de fuerza.

Motor con capacitor de división permanente

El motor con capacitor de división permanente (CDP) se usa para motores de ventiladores y compresores. Tiene un capacitor de recorrido conectado en serie con el embobinado de fase. El capacitor de recorrido proporciona las características de fase dividida que se necesitan para hacer que el motor empiece a funcionar. También hace que el motor funcione de manera eficiente.

Como el embobinado de arranque no puede tomar mucha corriente de manera continua, el capacitor de recorrido debe tener un valor bajo en mfd para limitar el flujo de corriente a través del embobinado de arranque. Cuando se usa un capacitor de recorrido que tiene un valor bajo en mfd, el motor sólo tendrá un moderado par de rotación. Este tipo de motor se usa con cargas de arranque sencillas que funcionan de manera más o menos continua.

Los embobinados de estos motores son casi del mismo tamaño y longitud, pero hay gran diferencia cuando se mide la resistencia con el ohmetro. Se conecta en serie un capacitor de recorrido con el embobinado

de arranque. Esto se hace con el fin de provocar que salga de su fase el flujo de electrones del embobinado de arranque. Básicamente divide la fase. El embobinado de arranque está ahora desfasado con respecto al embobinado de recorrido.

Como se mencionó anteriormente, si se conecta un capacitor en serie con una carga, se provoca que la corriente conduzca el voltaje aplicado. Con el capacitor conectado de esta manera, se crea un campo de rotación magnético y el motor empieza a funcionar. El capacitor de recorrido se queda en el circuito durante el ciclo de recorrido. Ello significa que una vez que el motor ha arrancado, el embobinado de arranque se convierte en un embobinado adicional de recorrido. Esto absorbe muy poco amperaje mientras el motor está funcionando. Debido a que esto ayuda a una mayor eficiencia del motor, motor CDP es el más popular y el que más se emplea en las unidades domésticas de aire acondicionado.

Normalmente, el motor CDP, no tiene problemas. Trabaja durante periodos muy largos con poco mantenimiento. Puede ser un motor de una sola velocidad o, si se le añade un embobinado de recorrido, puede ser de varias velocidades.

Un capacitor en mal estado puede impedir que arranque un motor de éstos. Sin que el capacitor divida la fase, el motor no puede crear un buen par de rotación de arranque. Un capacitor en mal estado puede también hacer que el motor funcione con un amperaje muy alto. Usted puede revisar los capacitores si usa los métodos que ya se han mencionado en esta lección.

Para comparar estos motores, deberá ver sus conexiones. Estudie la Figura 20-16. Muestra cómo está conectado el capacitor en el motor.

Usted le dará servicio a este tipo de motores. Así que el conocer la forma correcta de reemplazar los capacitores será una herramienta importante que se añadirá a su cada vez mayor lista de habilidades. Desde luego muchos de estos motores se han usa-

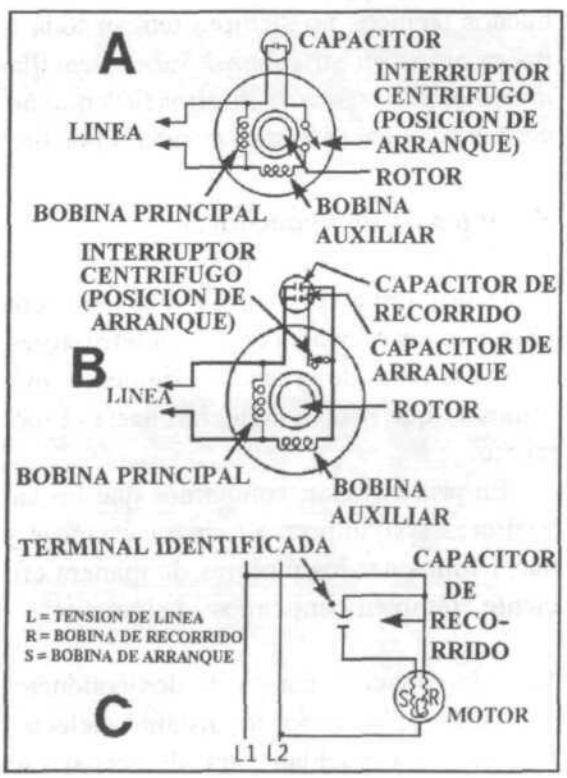


Figura 20-16. Motores. Motor con capacitor de arranque *(A).* Motor con capacitores de arranque y recorrido (CACR) *(B).* Motor con capacitor de división permanente (CPP).

do por años, y los tamaños de los capacitores se han establecido en la industria para motores de cierto número de caballos de fuerza. Si usted conoce los caballos de fuerza de un motor, muchas veces sólo tendrá que buscar el capacitor estándar para esa potencia.

El cuadro de la Figura 20-17 le dice qué capacitor usar para un motor de determinados caballos de fuerza.

A estas alturas no hay necesidad de tratar de memorizar el cuadro. Únicamente se incluye para que usted conozca que existen estándares que puede consultar. Quizás los buenos técnicos no siempre tengan toda la información en su cabeza. Saben sencillamente dónde buscar la información que necesitan para hacer el mejor trabajo posible.

Resumen de los capacitores

Antes de pasar a ver cómo se relacionan con todo esto los relevadores y los interruptores, que es el tema de la lección siguiente revisemos lo que hemos conocido hasta el momento.

En primer lugar, conocimos que los capacitores son importantes para arrancar y hacer funcionar los motores de manera eficiente. También conocimos lo siguiente:

1. Un capacitor consta de dos conductores separados por un aislante dieléctrico. Su capacidad para almacenar una carga se llama "capacitancia". Cuando se aplica voltaje para almacenar una carga se está cargando el capacitor. Cuando se desconectan los dos conductores del capacitor, se está descargando (neutralizando la carga).
2. La unidad de capacitancia es el faradio, pero para fines prácticos se usa el

POTENCIA MOTOR HP	CAPACITOR ARRANQUE MFD@VCA	CAPACITOR RECORRIDO MFD@VCA
1/8	72-88@110 75-90@110	5@236 5@330 6@330 5@370 6@370
1/6	86-103@110	7.5@236 8@330 7.5#370 7.5@440
1/4	108-130@110 124-149@110	10@236 8@330 10@330 10@370 10@440 10@440
1/3	161-193@110	15@236 12@330 14.5@330 15@330 12.5@370 15@370 15@440
1/2	200-240@110 216-259@110	15@236 15@330 15@370 15@440
3/4	324-388@110 340-408@110	17.5@250 17.5@370 20@440 20@370 20@370 20@440

Figura 20-17. El tamaño del capacitor puede determinarse por los caballos de fuerza del motor.

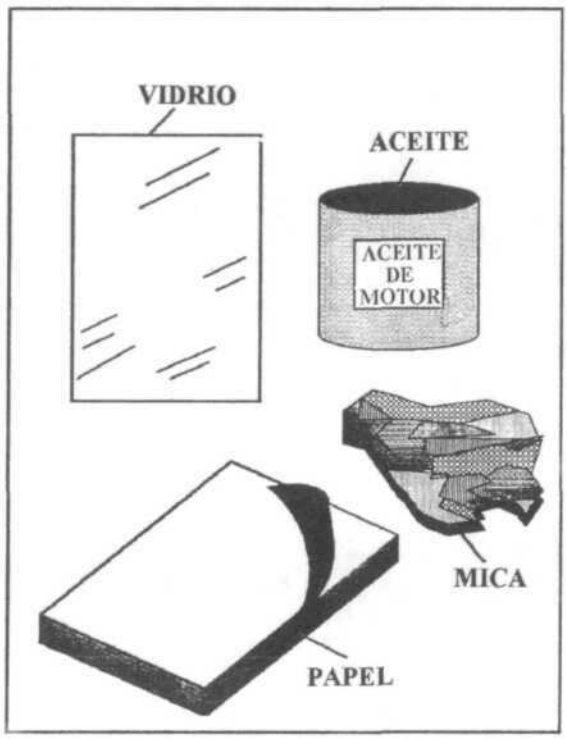


Figura 20-18. Se usan muchos diferentes materiales no conductores como dieléctricos.

microfaradio (una millonésima de faradio). El símbolo es mfd.

3. La capacitancia aumenta cuando hay mayores áreas de placas y la distancia entre ellas es menor.
4. El material dieléctrico es un aislante como el aire, el papel, la mica, el vidrio, el aceite u otro material que no conduzca electricidad.
5. Generalmente los capacitores que se emplean en el campo de la refrigeración y el aire acondicionado son capacitores electrolíticos y de aceite. Se clasifican en dos tipos: el capacitor de arranque y el capacitor de recorrido. El capacitor de arranque proporciona un motor con un mayor par de rotación de arranque, mientras que el capacitor de recorrido produce un funcionamiento más eficiente del motor.
6. Hay muchos factores que hacen que falle un capacitor. Se deben reemplazar los capacitores en mal estado; las reglas para reemplazarlos son:

   - El voltaje del capacitor de repuesto debe ser igual o mayor que el del capacitor que se va a quitar.
   - El reemplazo del capacitor de arranque puede tener un valor en microfaradios de más o menos un 10% con respecto al capacitor que se va a reemplazar.
   - El reemplazo del capacitor de recorrido debe tener un valor en mfd igual, o no mayor de un 10%, que el del capacitor que se va a reemplazar.
   - Para los capacitores en paralelo se suman los valores en mfd para encontrar la capacitancia total (CT=C1+C2+C3). Se puede encontrar la capacitancia total de los capacitores en serie mediante la siguiente fórmula:

     $$CT = \frac{C1 + C2}{C1 \times C2}$$

7. Cuando el capacitor está en buen estado, al revisarlo con el ohmetro muestra corriente de carga. Si la aguja del oh-

metro se queda en cero, hay que reemplazar el capacitor.

8. Los capacitores se usan en: los motores con capacitor de arranque, con capacitor de arranque y de recorrido, y en los motores con capacitor de división permanente.

9. La capacitancia puede determinarse también si se conocen los caballos de fuerza del motor o si se usa la fórmula:

$$\text{mfd} = \frac{2{,}650 \times \text{amps}}{\text{volts}}$$

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V'si considera verdadera la afirmación, o la letra F si la considera falsa.

1. La tensión nominal del capacitor es tan importante como e¡ valor en microfaradios	F	V
2. El capacitor de recorrido proporciona una gran eficiencia en la velocidad de funcionamiento.	F	V
3. Un motor eléctrico puede operar aún teniendo el capacitor en mal estado.	F	V
4_ Un capacitor consta de un conductor y un aislante dieléctrico.	F	V
5. Cuando un capacitor está en buen estado, al revisarlo con el ohmetro marca corriente de carga.	F	V

Respuesta»

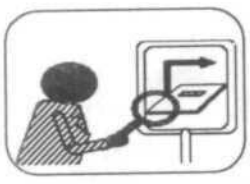
1. V 2. V 3. F (Un capacitor en mal estado puede impedir que arranque un motor.) 4. F (Un capacitor consta de dos conductores separados por un aislante dieléctrico.) 5. V

Resumen

En esta lección usted ha aprendido cosas básicas sobre los capacitores, y en primer lugar que sirven para mejorar el funcionamiento de los motores eléctricos aumentando el par de rotación. Este término indica la fuerza que produce un motor al girar. Para empezar a funcionar, los motores monofásicos, que constituyen el eje del sistema de aire acondicionado, necesitan la presencia de un estímulo eléctrico. Esto es, precisamente, lo que hacen los llamados capacitores de arranque: aumentar el par de rotación y la eficiencia del motor. Hay otro tipo de capacitores que dan un estímulo adicional a la bobina de recorrido del motor. Se llaman capacitores de recorrido y contribuyen al suave funcionamiento del motor.

Cada motor debe tener la capacitancia adecuada. Sabe igualmente lo sencillos que son los capacitores: dos placas de metal que actúan como electrodos y que están separados por un aislante (dieléctrico), dentro de una caja. En el aislante o dieléctrico se puede almacenar corriente eléctrica. Esta capacidad de almacenaje es lo que se llama capacitancia. Los capacitores que tienen siempre igual capacitancia se llaman fijos, y existen muchas clases, según el material dieléctrico que emplean. La unidad de capacitancia es el faradio, aunque es tan grande que se usa el microfaradio como unidad. Los capacitores pueden fallar por muchos motivos, pero hay ocho causas más comunes: interruptor de arranque defectuoso, carga excesiva de motor, ciclo de trabajo excesivo, cojinetes defectuosos del motor, baja tensión de línea, capacitancia incorrecta, voltaje incorrecto del capacitor y excesiva temperatura.

De todos los capacitores, sólo el electrolítico se deteriora en almacenaje excesivo. Conocerá asimismo cómo reemplazar un capacitor defectuoso y cómo tiene que ser el sustituto: de similar capacitancia y tensión, datos que ya sabrá calcular matemáticamente. Los capacitores pueden ir conectados en paralelo y en serie, y para calcular su capacitancia total se utilizan distintas fórmulas. Hay, por último, motores que utilizan capacitores. Unos, sólo de arranque; otros, de arranque y recorrido; otros, de división permanente. Este último es un capacitor de recorrido conectado en serie con el embobinado de fase.



...y después, ¿qué sigue?

¿Qué es un relevador y cuál es su función? ¿Cuáles son los símbolos de las conexiones del relevador? ¿Qué es un contactor? ¿Qué es un relevador de hilo caliente? ¿Qué es un relevador de control? ¿Cómo se revisan los relevadores?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso. Escoja una sola respuesta para cada pregunta. Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. El pilar del sistema de aire acondicionado es el motor
   a. polifásico.
   b. de pilas.
   c. monofásico.
   d. de corriente directa.

2. En la refrigeración se usa capacitores electrolíticos y de
   a. aceite.
   b. gas.
   c. baquelita.
   d. carbón.

3. En la industria de la refrigeración y el aire acondicionado, se usan dos tipos de capacitores principalmente: el de arranque y el de
   a. potencia.
   b. carga.
   c. impulso.
   d. recorrido.

4. El trabajo del capacitor de arranque es ayudar a que arranque el
   a. compresor.
   b. motor.
   c. ventilador.
   d. extractor.

5. Cuando un capacitor hace corto, deja de servir porque ya no puede almacenar la carga
   a. mangética.
   b. hidráulica.
   c. eléctrica.
   d. neumática.

6. Los capacitores pueden estar conectados en serie o en
   a. delta.
   b. estrella.
   c. derivación.
   d. paralelo.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón, correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L420

7. El analizador de capacitores da la lectura en

a. microfaradios.
b. henrios.
c. ohms.
d. volts.

8. El voltaje de trabajo de un capacitor depende del tipo y del grosor del

a. positivo,
b envolvente.
c. dieléctrico.
d. negativo.

9. El motor con capacitor de división permanente (CDP) se usa para motores de ventiladores y

a. condensadores.
b. compresores.
c. sopladores.
d. evaporadores.

10. La capacidad de un capacitor de almacenar una carga se llama

a. inductancia.
b. capacitancia.
c. resistencia.
d. impedancia.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

	Introducción	3
1.	Definiciones y descripciones	3
2.	Relevadores y ayudas de arranque del motor	3
3.	Marcas de la terminal del relevador	5
4.	Tipos de dispositivos de control de los interruptores	6
5.	Selección de los relevadores	10
6.	Relevadores de retardo	14
7.	Otros relevadores	16
8.	Revisión de los relevadores	18
9.	Resumen	21
10.	Examen	23

Relevadores

L421 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Relevadores y ayudas de arranque del motor, 3
- La función de los relevadores, 4

Marcas de la terminal del relevador, 5
- Símbolos de las conexiones del relevador, 6

Tipos de dispositivos de control de los interruptores, 6
- Contactores, 6
- Relevadores de arranque, 9
- Interruptor centrífugo, 9

Selección de los relevadores, **10**
- Relevador de corriente (amperaje), **10**
- Relevador de hilo caliente, **11**
- Relevador de derivación, **12**
- Relevador de estado sólido, **14**

Relevadores de retardo, **14**

Otros relevadores, **16**
- Relevadores de control, **16**
- Protector del motor de rendimiento piloto, **17**
- Especificaciones de los relevadores de motores, **17**

Revisión de los relevadores, **18**
- Revisión con ohmetro, **18**
- Revisión con voltímentro, **19**
- Revisión con amperímetro, **20**

Resumen, **21**

Examen, **23**

Introducción

En la lección anterior, hicimos un tratamiento detallado de los capacitores como elementos vitales en la operación del motor eléctrico que impulsa al compresor o al ventilador en un sistema de refrigeración y aire acondicionado.

En esta lección hablaremos sobre los relevadores, desde ¿qué son? y ¿cómo trabajan? hasta la forma de verificar su adecuado funcionamiento. Recuerde que mientras mejor preparado esté usted, mejor técnico de servicio será y su prestigio le permitirá contar con mejores oportunidades de trabajo-

En esta lección verá la aplicación de los aspectos tratados en su lección de Conceptos Básicos de Electricidad, así como lo que ya conoce sobre la operación de un motor eléctrico. Los relevadores, al igual que los capacitores, son parte importante de un sistema eléctrico. Hacen posible el arranque y el funcionamiento del motor principal; y como existen muchos tipos de sistemas de refrigeración y aire acondicionado, también hay diferentes tipos de motores.

Como siempre, le recomendamos que estudie cuidadosamente su lección; y no dude en volver a consultar su texto para aclarar cualquier duda que le surja.

Definiciones y descripciones

Enlistamos a renglón seguido una serie de conceptos que le ayudarán a comprender a fondo la presente lección. Estudíelas con toda atención.

CONTACTOR *(contactor).* Es un interruptor de relevador magnético que abre y cierra un circuito de tensión de línea.

RELEVADOR *(relay).* Un relevador es un interruptor electromagnético accionado mediante la corriente de una bobina

RELEVADOR DE ARRANQUE *(starting relay).* Es un interruptor operado eléctricamente que se emplea para conectar o desconectar la bobina de arranque de un motor eléctrico.

RELEVADOR DE CONTROL *(control relay).* El relvador de control es un interruptor electromagnético que controla una carga de la tensión de linea mediante el control del voltaje.

RELEVADOR DE CORRIENTE O MAGNÉTICO *(current or magnetic relay).* Es un relevador de arranque que abre el circuito de la bobina de arranque después de que el motor del compresor alcanza el 75% de su velocidad normal de funcionamiento.

RELEVADOR DE HILO CALIENTE *(hot-mre relay).* Es un relevador de arranque de motor que permite que la comente fluya en directamente hacia la bobina de arranque, Abre y cierra un circuito con el alabeo de un alambre térmico.

RELEVADOR DE RETARDO *(time-delay relay).* El relevador de retardo proporciona un intervalo de operación preestablecido.

RELEVADOR EN DERIVACIÓN *(potential relay).* El relevador en derivación es un relevador de arranque que opera en la bobina de arranque. Se usa en motores de medio caballo de fuerza o más.

RENDIMIENTO PILOTO *(pilot duty).* Es una tensión eléctrica que se aplica a los aparatos utilizados para excitar o desexitar los circuitos de control.

Relevadores y ayudas de arranque del motor

Hasta el presente usted ha abarcado un montón de información. Ahora necesita conocer qué es lo que permite trabajar a los capacitores en un sistema. La razón de que los capacitores sean tan útiles en los motores y sistemas eléctricos, es que se les puede intercalar o desintercalar del circuito. Esto se hace con cortacorrientes o relevadores.

La función de los relevadores

El relevador es uno de los componentes más ampliamente utilizado en la industria electrónica. Se usan como dispositivos de protección, cortacircuitos, indicadores y transmisores. Cuando se combinan con otros elementos del circuito, como los capacitores, este dispositivo electromagnético ejecuta muchos trabajos.

El relevador de protección pone fuera de servicio cualquier parte de un sistema eléctrico que pudiera estar operando en una forma dañosa para el equipo. Pueden usarse con relevadores indicadores o de señal para mostrar la ubicación de un componente que ha fallado. El relevador de indicación también puede usarse sólo en un circuito conectado con lámparas, zumbadores, timbres y relojes.

El relevador es un switch o conmutador operado magnéticamente. Puede tener varios contactos. Estos contactos pueden estar abiertos o cerrados. Cuando se energiza, el relevador hace que los contactos se abran o

Figura 21-1. Gran parte de ser un buen técnico consiste en conocer cómo los relevadores mantienen el equipo en condiciones óptimas de funcionamiento.

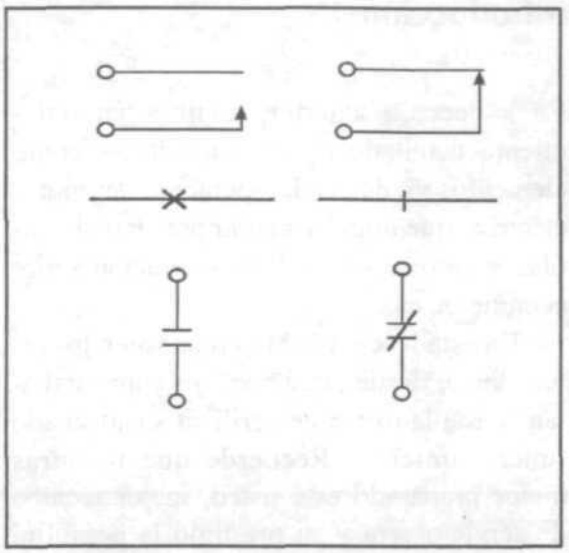


Figura 21-2. Símbolos esquemáticos para contactos de relevadores.

se cierren, o que unos se abran y otros se cierren. El contacto que está auierto cuando el relevador no está energizado se denomina contacto "normalmente abierto" (NA) o contacto recién abierto. Los contactos abiertos generalmente son conocidos en la industria como contactos "a".

Los contactos que están cerrados cuando el relevador no está energizado se llaman "normalmente cerrados" (NC). En la industria, a los contactos normalmente cerrados se les conoce como contactos "b". Algunas veces a los contactos "a" se les llama contactos de "trabajo", y a los contactos "b" contactos de "ruptura".

La ventaja del relevador es el control. Un solo relevador puede usarse para controlar la entrada y la salida de muchos aparatos de un sistema eléctrico. Por ejemplo, se puede usar un interruptor de flujo para controlar la bobina de un relevador magnético. Cuando se cierra el interruptor de flujo, se conecta a la tensión de línea la bobina del relevador. Cuando la corriente fluye por la bobina, todos los contactos cambian de posición.

Así que este relevador en realidad no hará que el motor arranque. Sin embargo,

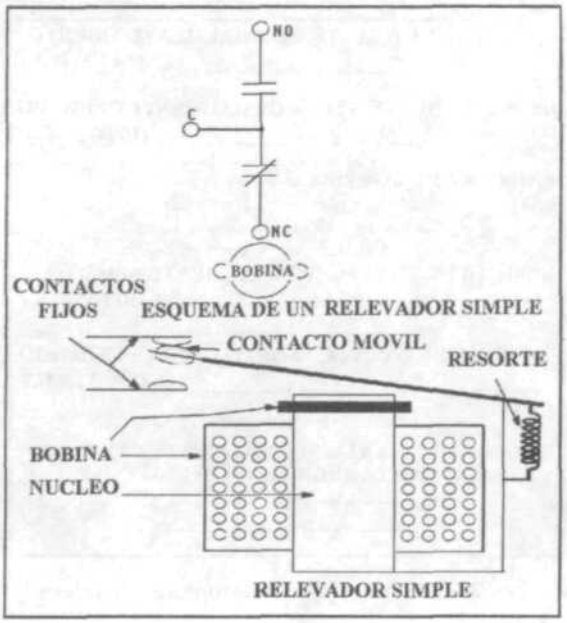


Figura 21-3. Un relevador controla muchos aparatos.

permitirá que otros aparatos, como el termostato, controlen al motor. Este tipo de control se llama enclavamiento. El enclavamiento se usa para detener una función cuando hay otra función.

Observe la Figura 21-3. Le muestra de manera esquemática cómo es el enclavamiento. Lo más importante es que usted puede ver cómo un relevador puede controlar varios dispositivos. Recuerde: el propósito del relevador es el control.

Hay algunos otros términos asociados con los relevadores que el técnico debe entender. Se dice que un relevador "se pone en trabajo" cuando es energizado. El valor de puesta en trabajo es el menor valor de corriente que se requiere para cerrar un contacto "a" o "b". Cuando el relevador está desenergizado (abriendo un contacto "a" o cerrando un contacto "b") se dice que "pasa al reposo".

Los contactos del relevador se mantienen en su posición normal ya sea por medio de resortes o por alguna pieza activada como efecto de la gravedad. Así, pues, con algunos ajustes se puede poner a funcionar un relevador dentro de las condiciones dadas del circuito.

Marcas de la terminal del relevador

Los relevadores funcionan basados en uno de dos principios diferentes: la atracción electromagnética o la inducción electromagnética. Los relevadores de atracción son activados por CA o CD y constan de:

- ya sea un electroimán, una armadura y contactos
- o un solenoide, un macho y contactos

El electroimán consta de un núcleo magnético y de un devanado. El núcleo magnético, la armadura y el macho están hechos de materiales magnéticos como el hierro, el acero o una aleación de níquel y acero llamada permalloy o permaleación.

La Figura 21-4 puede ayudar a explicarlo. Las conexiones al devanado del electroimán están en las terminales 1 y 2. El contacto movible está en la armadura. Un

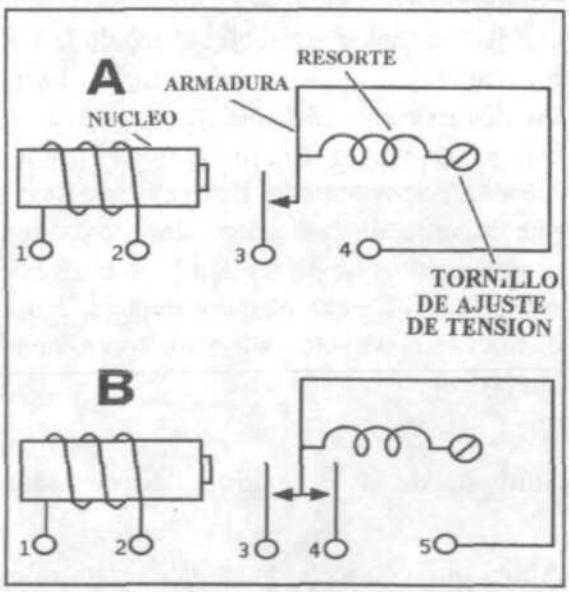


Figura 21-4. Relevadores. Relevador de tipo armadura *(A)* Relevador unipolar de dos vías -UPDV- *(B)*

resorte ajustable evita que la armadura cierre el espacio entre los contactos fijos y movibles. Normalmente los contactos están abiertos. Las conexiones a los dos contactos se hacen en las terminales 3 y 4. Así que cuando se aplica corriente a la 1 y 2, se forma un electroimán. Puesto que la armadura es material magnético, es atraída hacia el núcleo, pero el resorte la detiene. Cuando la corriente es suficiente para superar la fuerza del resorte, se cierran los contactos del relevador.

La Figura 21-4 muestra un relevador de tipo armadura y otra disposición de los contactos llamada relevador unipolar de dos vías (UPDV).

Como se puede observar en el diagrama, normalmente los contactos 4 y 5 están cerrados y los contactos 4 y 3 están abiertos. Cuando el relevador tiene energía, la armadura hace que se cierren los contactos 3 y 4, quedando el 5 abierto. Hay muchas disposiciones de contactos diferentes, pero en todos los casos es el mismo principio de operación.

El otro tipo de relevador es el de solenoide. Es un relevador de tipo macho. La bobina está rodeada por el núcleo y el macho pasa a través del núcleo Cuando la bobina se energiza, el macho es atraído hacia los dos extremos del núcleo. Esto crea un campo magnético más fuerte que el primer relevador de solenoide. Este tipo de relevador es generalmente para relevadores que usan contactos bipolares. Un contacto bipolar corta una conexión en dos puntos. Se usa el relevador de solenoide para controlar el alto voltaje y la corriente.

Símbolos de las conexiones del relevador

Ahora que conoce cómo funciona un relevador, tendrá que conocer los símbolos que se usan en los esquemas para mostrar las diposiciones de los relevadores más comunes (consulte la Figura 21-5). Recuerde que los diagramas del circuito siempre mostrarán un relevador en la posición en que no tiene energía.

Figura 21-5. Símbolos de interruptores de relevadores.

Tipos de dispositivos de control de los interruptores

Contactores

Ya conoce cómo funcionan los relevadores y los dispositivos de control, y cómo controlan un circuito. Ahora conocerá acerca de los diversos tipos de dispositivos de control que se usan en la industria de refrigeración y aire acondicionado. Empecemos con los contactores.

Un contactor es un relevador interruptor que funciona como el control primario de un sistema de aire acondicionado. Su funcionamiento es magnético o por acción del contacto con mercurio. En un contactor de mercurio, los contactos se hacen y se rompen entre dos depósitos de mercurio separados por un aisla..te. Los contactores de mercurio son más silenciosos que los

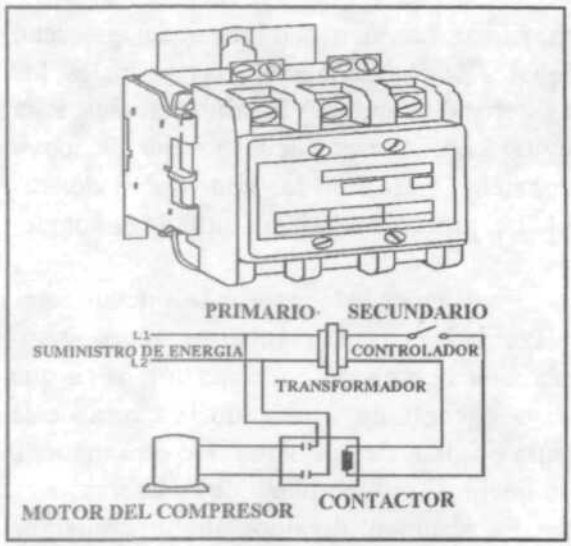


Figura 21-6. Contactor y cableado del mismo.

contactores magnéticos. Sin embargo, sólo trabajan bien en determinadas posiciones. Deben montarse verticalmente.

El contactor magnético se basa en el principio del relevador y por lo general es grande. Se usa en aplicaciones que requieren una elevada corriente, altos voltajes o muchos polos. Se usa en vez del relevador, porque los relevadores no son lo suficientemente grandes para aguantar la carga.

En un sistema de aire acondicionado, el motor del compresor puede ser ciclado por un termostato. Puesto que un relevador no podría manejar la alta corriente, se instala un contactor entre el termostato y el motor, donde funciona como el control principal.

El tamaño del contactor que se use en un sistema depende del tamaño y del tipo de motor del compresor y de las cargas auxiliares. Los contactores se miden en amperes. Elíjalos de manera que se adapten a la medida del motor del compresor. También es un factor importante el número de los contactos de polo. Se requiere un contactor de uno o dos polos para un motor de compresor monofásico. Se requiere un contactor de tres polos para un motor de tres fases.

Para localizar las averías de un contactor, tenga en cuenta lo siguiente:

- el número de parte del contactor original
- el amperaje de carga completo de la carga
- el número y la posición de los polos del contactor
- el voltaje de la bobina
- el amperaje del rotor cerrado de la carga
- el tamaño del contactor

Si el sistema no arranca y el contactor está abierto y zumba, usted sabrá que se debe limpiar la armadura o reemplazar el contactor. Es preciso revisar el voltaje que va a la bobina del contactor. Si el voltaje es normal, entonces se debe reemplazar el contactor.

Si están bien todas las partes del sistema, y si el contactor está cerrado y el motor del compresor ni arranca ni zumba, entonces quizás estén quemados los contactos del contactor y tengan que cambiarse.

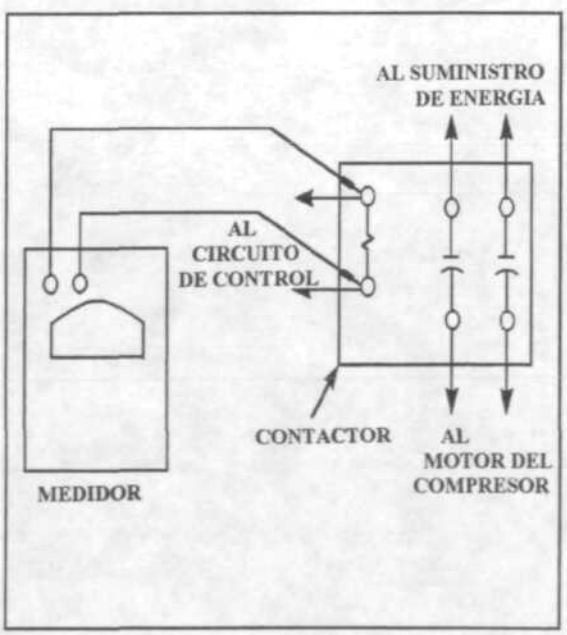


Figura 21-7. Revisión del voltaje que va a la bobina del contactor.

Si el compresor zumba pero no arranca, y el contactor está cerrado, quizás el problema esté en el circuito de arranque del motor. Vea si hay cables rotos, capacitores en mal estado o si el arrancador del motor está dañado.

Algunas veces fallará el contactor porque hay una capa de polvo en los contactos eléctricos. Esta se puede quitar con una herramienta para pulir entre el contacto. Deslice hacia adelante y hacia atrás la herramienta. (Sólo asegúrese de no usar ningún material que raspe, para que no arruine la superficie de contacto). Si los contactos muestran un desgaste desigual, deberá reemplazarlos.

Si necesita cambiar todo el contactor, compare siempre las especificaciones del contactor nuevo con las del contactor viejo. Deben ser iguales. Para estar seguros es mejor sobrestimar un contactor y reemplazar el viejo contactor con uno de especificaciones mayores. También cerciórese de que sean iguales las conexiones de las terminales, los agujeros de montaje y las dimensiones. Para evitar confusiones puede instalar el nuevo contactor marcando las conexiones del cable tan pronto como haya quitado el contactor.

En algunos contactores se puede reemplazar la bobina. Sin embargo, nunca reemplace la bobina de un contactor hasta que haya encontrado y ubicado la causa de la falla original de la bobina. De otra manera, se quemará el reemplazo de la bobina.

En resumen: digamos que un contactor es un auxiliar de arranque de motor que actúa como un relevador para hacer contactos electromagnéticos o cortarlos en el circuito. El contactor puede usarse con relevadores sobrecargados, contactos de retención y otros relevadores a fin de producir muchos tipos de paquetes de arranque para sistemas de alto voltaje y de corriente fuerte.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que jaita para completar las siguientes afirmaciones.

1. El relevador es uno de los componentes más ampliamente utilizados en la industria_____ _____ .

2. Los relevadores funcionan basados en uno de dos principios:_____o inducción magnética.

3. El relevador de solenoide se usa para_____el alto voltaje y la corriente.

4. El tamaño del contactor que se use en un sistema depende del_____y del tipo de motor del compresor y de las cargas auxiliares.

5. Si el sistema no arranca y el contactor está abierto y zumba, usted sabrá que debe_____ _____la armadura o remplazar el contactor.

Respuestas

1. electrónica 2. atracción magnética 3. controlar 4. tamaño 5. limpiar

Relevadores de arranque

Los relevadores o interruptores de arranque son relevadores que se usan para que deje de funcionar el circuito de arranque cuando el motor alcanza aproximadamente el 75% de su velocidad normal de funcionamiento. En el campo de la refrigeración y el aire acondicionado, hay básicamente cuatro tipos de relevadores y uno de interruptores, que se usan para retirar del circuito del motor eléctrico el capacitor de arranque. Estos son:

- relevador de corriente
- relevador de hilo caliente
- relevador de estado sólido
- relevador de voltaje (en derivación)
- interruptor centrífugo

La Figura 21-8 ilustra algunos de estos relevadores.

Interruptor centrífugo

El interruptor centrífugo es el interruptor fundamental de los motores con capacitor de arranque y de los de fase dividida. Por lo general éste es un interruptor cerrado que está conectado en serie con el capacitor de arranque. Lo integran cuatro partes principales:

- el brazo móvil de contacto
- la placa de contacto fija
- el peso regular
- el resorte de peso

El brazo móvil de contacto se monta en un pivote sobre los contactos y se mantiene en esa posición con dos tornillos. Un resorte en el tornillo de arriba mantiene abiertos los contactos cuando el interruptor está en posición de funcionamiento.

Cuando el motor no funciona, están cerrados los contactos del interruptor con el peso regulador contra el brazo de contacto. Esto mantiene los contactos en una posición cerrada. Cuando el motor se activa, el rotor empieza a rotar. A medida que se acelera hasta la velocidad prestablecida (generalmente 75% de la velocidad de funcionamiento total del motor), la fuerza centrífuga del peso regulador salta y se cierra fuera del perno. El brazo de contacto se mueve hacia el rotor. El contacto se abre y corta la energía del embobinado de fase. Esto corta o retira del circuito del motor al capacitor de arranque.

Figura 21-8. Relevadores de arranque del motor.

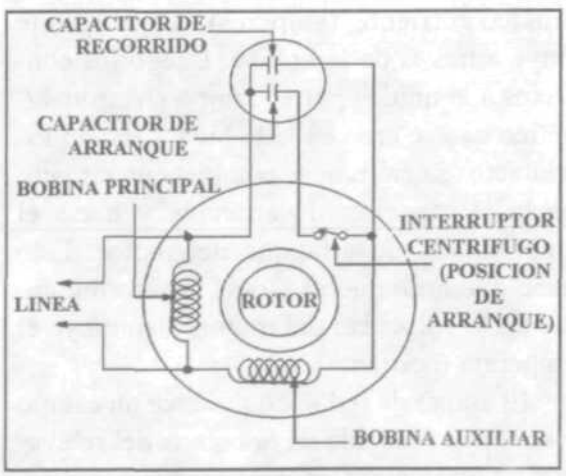


Figura 21-9. Interruptor centrifugo en un circuito de motor (CACR).

El interruptor centrífugo puede fallar si permanece abierto o cerrado. Los contactos pueden deteriorarse. El interruptor puede también gastarse si se abre y se cierra constantemente.

Selección de los relevadores

Relevador de corriente (amperaje)

Los demás relevadores de arranque son relevadores verdaderos. Recuerde que un relevador no es más que un interruptor automático con contactos que pueden abrirse o cerrarse mediante la corriente de una bobina. El campo magnético que se crea gracias a la activación de bobina atrae una armadura de hierro o de acero. Los contactos de la armadura se abren o forman un circuito cuando se mueve la armadura.

El primer relevador que estudiaremos es el relevador de corriente. Algunas veces a este relevador se le llama relevador magnético o de amperaje. Normalmente se usa en motores de 1/2 caballo de fuerza o más pequeños. La bobina del relevador se conecta en serie con el embobinado de funcionamiento del motor. Por lo general los contactos están abiertos.

Cuando el motor intenta arrancar, jala mucha corriente (amperes). La corriente fluye a través de la bobina. Luego los contactos son unidos por el campo electromagnético que se creó en la bobina. Cuando los contactos se cierran, se completa un circuito hacia el capacitor de arranque y hacia el embobinado de arranque del motor. Esto hace que arranque el motor. Conforme aumenta la velocidad del motor, disminuye el amperaje (corriente).

El amperaje reducido produce un campo magnético reducido en la bobina del relevador de corriente. Los contactos son separados por el peso de la armadura cuando el motor alcanza el 75% de su velocidad total de funcionamiento. Esto hace que el capacitor de arranque se desconecte del circuito. El motor funcionará en condiciones normales de operación sin el capacitor de arranque en el circuito. Si el motor se detiene, los contactos del relevador permanecerán abiertos hasta que se vuelva a aplicar corriente eléctrica al motor.

Los relevadores de corriente deben tener el tamaño adecuado según la potencia (caballos de fuerza) y el valor de amperaje (corriente) del motor. Un relevador que tiene un valor demasiado pequeño para el motor puede no cerrar los contactos. Así que tal vez no arranque el motor. Por otra parte, si el valor del relevador es demasiado grande para el motor, los contactos pueden permanecer cerrados todo el tiempo. Entonces el circuito de arranque estaría funcionando cada vez que el motor estuviera funcionando. Evidentemente esto no sería bueno para el circuito de arranque. Por eso es que generalmente se usa un protector de motor con este tipo de relevador.

El mejor medidor que se puede usar para solucionar los problemas del relevador de corriente es el ohmetro. Desconecte la energía. Desconecte todos los cables eléctricos que no están conectados al relevador. Ahora coloque las puntas del ohmetro en las terminales L y S del relevador. Los contactos deben estar abiertos y el medidor debe dar una lectura de infinito. También debe poner las puntas en las terminales L y M. Ahí deberá leerse resistencia, puesto que la bobina del relevador está entre estas dos terminales. Si se lee infinito o cero en L y M, la bobina está en malas condiciones.

Reemplace el relevador. También puede emplear un voltímetro y revisar las terminales L y S mientras el motor está en funcionamiento. Si se lee voltaje en el medidor, quiere decir que los contactos están abiertos, como debe ser. Si no lee voltaje bajo estas condiciones, los contactos están cerra-

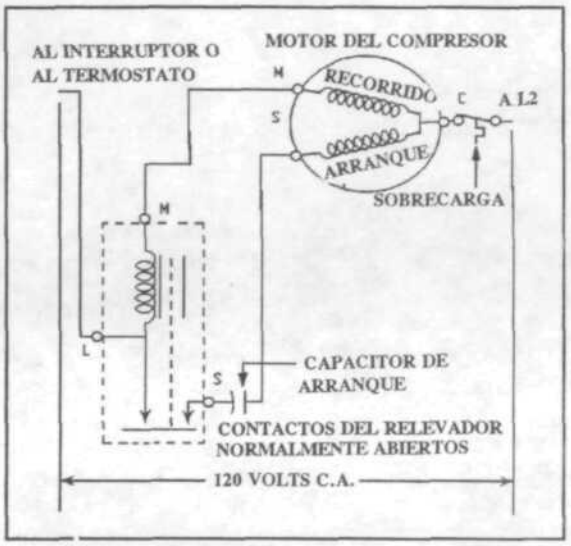


Figura 21-10. Conexiones de un relevador de corriente.

dos y el relevador no está funcionando bien. Una vez más, reemplace el relevador.

Los relevadores de corriente por lo general se usan en unidades de refrigeración como motores de compresor de refrigeradores y congeladores. Son relevadores de posición. Eso significa que deben ser instalados de manera que la armadura ponderada que lleva los contactos funcione por efecto de la fuerza de gravedad. Este relevador debe conectarse de manera correcta. Si no está conectado a las terminales adecuadas, el motor sufrirá un gran daño.

Para que recuerde cómo es un relevador de corriente, vuelva a ver la Figura 21-8. Luego mire la Figura 21-10. Esta es la conexión para un relevador de corriente. Recuerde que L se conecta a la línea de voltaje, M (o R) se conecta al embobinado de recorrido del motor, y S se contecta al embobinado de arranque del motor.

Relevador de hilo caliente

El relevador de hilo caliente es un tipo de relevador de corriente, pero no funciona mediante una bobina electromagnética. Rara vez se usa en las unidades domésticas de aire acondicionado. Es un auxiliar de arranque de un motor eléctrico.

El relevador de hilo caliente recibe este nombre porque utiliza un tramo de alambre resistencia conectado al motor en serie para percibir el calor que produce la corriente del motor. En este relevador hay dos grupos de contactos: un grupo para arrancar el motor y otro para hacerlo funcionar o grupo de recorrido. Normalmente los contactos están cerrados.

Cuando el motor intenta arrancar, llega corriente tanto a la bobina de funcionamiento como a la de arranque. La corriente que fluye por el cable de resistencia hacia la bobina principal hace que el cable se caliente. Eso a su vez hace que una aleación bimetálica en el relevador se encorve y se abra. El relevador de arranque no puede arrancarse en sucesiones rápidas debido a este periodo de enfriamiento.

No es fácil probar este relevador. Puede usar un amperímetro para asegurarse de que el contacto de arranque se abre y desconecta la bobina de arranque. Si el relevador se abre con sobrecarga, se puede usar el amperímetro para verificar cuánta corriente toma o jala el motor. Eso le dirá si el relevador se está abriendo cuando tiene que hacerlo. Recuerde que cuando se ha dañado un motor siempre debe probar los relevadores de arranque. Seguro que no va a querer reemplazar un motor nuevo.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lísta de la derecha el término que corresponda a cada una de ¡as afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido

1. Relevador que deja de funcionar cuando el motor alcanza aproximadamente el 75% de su velocidad normal de funcionamiento. _____
2. Dispositivo que se monta en un pivote sobre los contactos y se mantiene en esa posición con dos tornillos. _____
3. Tipo de relevador que algunas veces se llama relevador magnético o de amperaje. _____
4. Instrumento de medición que generalmente se usa para solucionar problemas en el relevador de corriente. _____
5. Tipo de relevador de corriente que no funciona mediante una bobina electromagnética. _____

a. relevador de corrente
b. relevador de hilo caliente
c. brazo móvil de contacto
d. relevador de arranque
e. ohmetro

Respuestas

1.d 2.c 3.a 4.e 5.b

Relevador en derivación

El relevador en derivación es el relevador de arranque que se usa con mayor frecuencia en las unidades domésticas. Se adapta fácilmente a casi cualquier motor monofásico de compresor. Este es un relevador electromagnético. Normalmente los contactos están cerrados.

Los contactos se abren cuando se mete un macho en la bobina del relevador. Estos relevadores tienen tres conexiones (terminales) hacia el interior. Llevan la numeración *1,2 y 5.* Otras terminales que llevan la numeración 3, 4 y 6 pueden usarse para terminales auxiliares. Es decir que estas terminales no están conectadas a los componentes de funcionamiento interno del relevador. El relevador se instala con la terminal 5. Se conecta al cable eléctrico del motor y a la terminal común del motor. La terminal 2 está conectada a la bobina de arranque del motor. La terminal 1 está conectada al capacitor de arranque.

Cuando el motor va a arrancar, se aplica corriente a la bobina de arranque a través de los contactos del relevador que están entre las terminales 1 y 2. Conforme el motor alcanza el 75% de su velocidad de funcionamiento, la bobina de arranque produce la fuerza de control del relevador (llamada fuerza contraelectromotriz o contra EM). La fuerza contraelectromotriz no es más que el voltaje que se produce en el motor y que supera el voltaje aplicado. La fuerza contraelectromotriz aumenta conforme aumenta la velocidad del motor. El relevador en derivación está diseñado para abrir sus contactos cuando el motor alcanza la fuerza contraelectromotriz prestablecida. Enton-

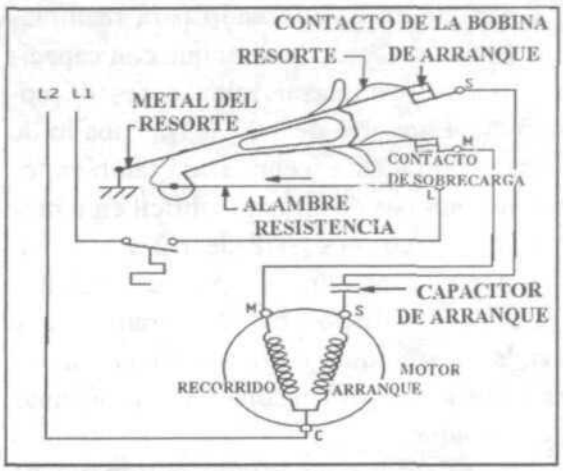


Figura 21-11. Conexiones de un relevador de hilo caliente.

ces, el contacto del relevador se abre (o "se pone en trabajo") y corta los componentes de arranque para el circuito. En un relevador en derivación, pues, el voltaje de la bobina de arranque es el que hace funcionar el relevador. Cuando el motor baja la velocidad, el relevador pasa al reposo o cierra sus contactos y el relevador se encuentra una vez más en la posición de arranque del motor.

Generalmente se usa este relevador con un motor CDP y se puede probar con un ohmetro. Primero quite la corriente y desconecte los cables del relevador. Coloque las puntas del ohmetro en las terminales 1 y 2. La aguja debe apuntar a cero. Eso significa que no hay resistencia y que los contactos están cerrados. Los contactos deben estar cerrados. Si obtiene una lectura de infinito en las terminales 1 y 2, significa que los contactos están abiertos. Bajo estas condiciones los contactos no deben estar abiertos. Si están abiertos, el relevador está en malas condiciones y debe reemplazarse.

Si coloca las puntas del ohmetro en las terminales 2 y 5, ahí tiene que medir la resistencia. La bobina del relevador está entre las terminales 2 y 5. Si obtiene una lectura de cero o de infinito entre 2 y 5, deberá reemplazar el relevador.

También puede usar un amperímetro o un voltímetro para probar este relevador. Sin embargo, el amperímetro no es muy confiable. Los contactos se abren con rapidez y usted tiene que ser rápido para encontrar ese punto en el medidor. Si conoce los valores del fabricante al grado de saber cuándo van a abrirse los contactos, quizás alcance a leer exactamente cuando esto suceda en el amperímetro.

Si la lectura coincide con los valores conocidos, el relevador está funcionando de manera adecuada. También podría conectar el amperímetro al capacitor de arranque. Cuando se arranque el motor, el capacitor se cargará de energía. Si el relevador no desconecta del circuito el capacitor, usted sabrá que está en mal estado y que se debe reemplazar.

Si usa el voltímetro, tendrá que poner las puntas a través de las terminales 1 y 2. Si lee el voltaje, sabrá que los contactos están funcionando adecuadamente. Si no lee voltaje a través de las terminales 1 y 2, significa que los contactos están cerrados y habrá daños si el motor no se apaga. Una vez que se apague el motor, podrá reemplazar el relevador.

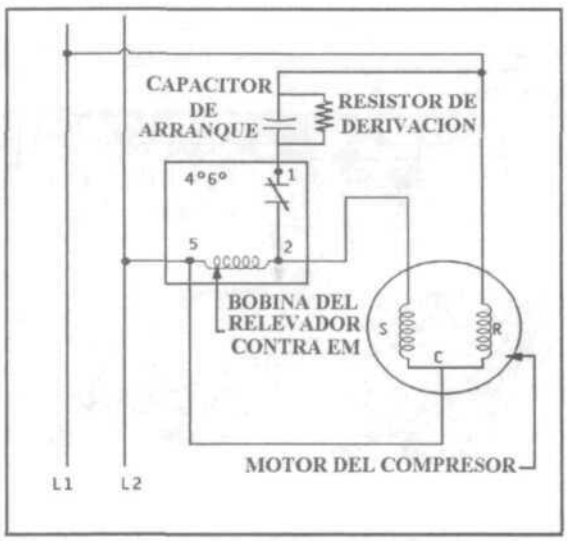


Figura 21-12. Conexiones de un relevador en derivación.

Relevador de estado sólido

En los últimos años, el relevador de estado sólido se ha popularizado mucho para las aplicaciones de interruptores. No tiene partes móviles. Está sellado y resiste la vibración. Lo mejor de este relevador es que el voltaje de control de entrada está aislado del dispositivo que supuestamente el relevador controla.

Estos relevadores usan un material cerámico conductor de autorregulación, (de Texas Instruments, Inc.) que aumenta la resistencia eléctrica cuando arranca el motor. Reduce con rapidez el flujo de corriente hacia la bobina de arranque. De hecho, el relevador puede conectarse en .35 segundos. Está conectado en el circuito del motor con el material cerámico entre el cable y la terminal de arranque del compresor. Así, pues, está conectado en serie con la bobina de arranque.

Cuando se aplica corriente al relevador, el material cerámico se calienta y desconecta el relevador. Esto le da un menor flujo de corriente a través de la bobina de arranque. De hecho, el flujo de corriente se reduce a miliamperes.

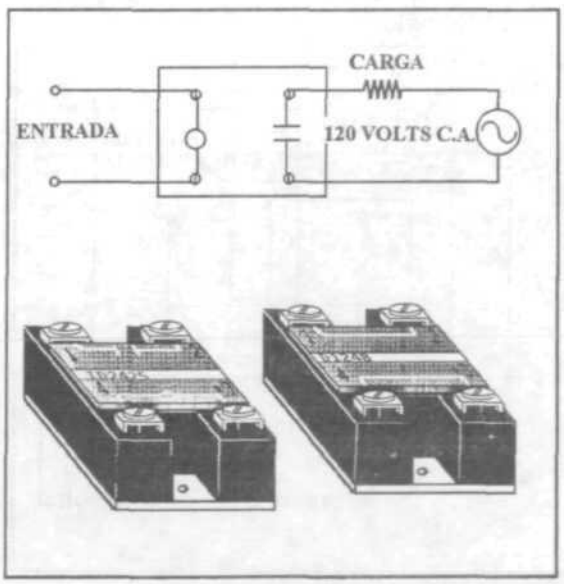


Figura 21-13. Relevadores de estado sólido.

Aunque no es adecuado para reemplazos en compresores de arranque con capacitor, puede reemplazar relevadores de corriente en motores de 1/12 a 1/2 caballo de fuerza. Un tamaño reemplazará también todos los equipos de arranque difícil en motores de compresores CDP de 1/2 a 5 caballos de fuerza. Un equipo de arranque difícil es un dispositivo de cerámica que ayuda al arranque y que se añade en los motores CDP para resolver los problemas del arranque.

El relevador de estado sólido puede usarse para controlar tanto la carga de CD como la de CA. Su voltaje de control va de 3 a 32 voltios y no es un relevador de posición.

Relevadores de retardo

Ahora que ya conoce todo acerca de los relevadores de arranque, necesita conocer acerca de otro tipo de relevadores de motor: el relevador de retardo. Los relevadores de retardo se añaden al circuito del motor para proteger el motor del calor. El calor es el mayor enemigo del motor. El sobrecalentamiento hace que falle la cubierta aislante del cableado del motor y que se produzca un cortocircuito. En el punto del cortocircuito usted notará una parte quemada. Sabrá que esto fue provocado por alguna forma de sobrecalentamiento del motor.

El sobrecalentamiento puede ser resultado de:

- bajo voltaje
- voltaje desequilibrado
- funcionamiento con una sola fase
- sobrecarga mecánica

Si hay una falla de energía, el relevador de retardo proporciona un retardo para vol-

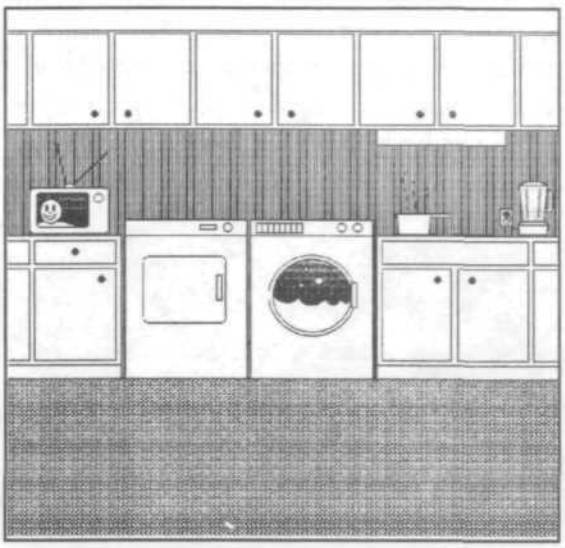


Figura 21-14. Los relevadores de retardo pueden evitar una sobrecarga cuando hay muchos aparatos funcionando al mismo tiempo.

ver a arrancar el motor, de modo que éste no tenga un ciclo de cortos.

Los relevadores de retardo se usan principalmente para retardar el arranque de una carga durante un determinado periodo. Puede haber una sobrecarga si es mucho el equipo que arranca al mismo tiempo. Si se retarda el arranque de algunas de las cargas, hasta por algunos segundos, se está protegiendo el circuito de una sobrecarga. Generalmente los relevadores de retardo se activan por medio de un termostato.

Existen tres tipos básicos de relevadores de retardo:

- el interruptor térmico de curvatura
- la bobina y la palanca magnéticas que están en una cavidad llena de aceite
- un interruptor con motor

Puesto que estos relevadores son sensibles al calor, van conectados en serie al motor. Por lo tanto, la corriente que fluye a través de la bobina del motor también fluye a través del calentador del relevador.

En el interruptor térmico, de curvatura un pequeño cable del calentador va enrollado alrededor de un elemento bimetálico. El calentador recibe energía a través de los contactos de enfriamiento de un termostato, y calienta el elemento bimetálico. Después de un retardo de entre 20 y 45 segundos, el elemento bimetálico se dobla para cerrar una serie de contactos. Esto completa el circuito a través de la bobina de arranque para arrancar el compresor. El relevador puede también conectarse para proporcionar un retardo en la ruptura del circuito, después de que se ha alcanzado la temperatura establecida del termostato. Estos aparatos evitan que salga la carga total al mismo tiempo.

Con algunos relevadores de retardo, el cable del calentador va enrollado alrededor de un eje unido a una rueda de trinquete. El eje está soldado a un tubo. Mientras la corriente que fluye a través del calentador no exceda un nivel preestablecido, el eje no se volteará. Cuando el calor o la corriente son excesivos, la soldadura se derrite y la rueda da vuelta y abre una serie de contactos. Esto desconectará de la tensión de línea el arrancador del motor.

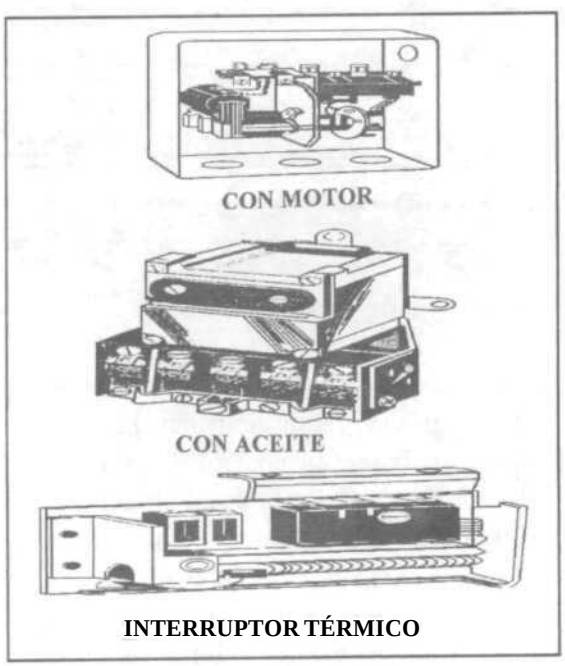


Figura 21-15. Relevadores de retardo.

Estos relevadores de retardo pueden probarse con un ohmetro para verificar que el circuito sea completo. Si el ohmetro no muestra continuidad cuando los relevadores están fríos, éstos deben reemplazarse. Es importante reemplazar las unidades con el relevador del tamaño correcto. Si el relevador es demasiado pequeño, abrirá el circuito cuando no haya sobrecarga o calor excesivo. Si el relevador es demasiado grande, el motor puede dañarse antes de que los contactos se abran y desconecten el motor.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. La fuerza contraelectromotriz no es más que el_____que se produce en el motor y que supera el voltaje aplicado.

2. En los últimos años, el relevador de estado sólido se ha popularizado mucho para las aplicaciones de_____.

3. Un equipo de arranque difícil es una pieza de_____que ayuda al arranque y que se pone en los motores CDP para resolver los problemas del arranque.

4. Los relevadores de_____se usan principalmente para retardar el arranque de una carga durante determinado periodo.

5. Los relevadores de retardo pueden probarse con un_____para verificar que el circuito sea completo.

Respuestas

1. voltaje 2. interruptores 3. cerámica 4. retardo 5. ohmetro

Otros relevadores

Relevadores de control

Los relevadores de control son interruptores electromagnéticos que controlan la tensión de línea mediante un control de voltaje. El relevador de control que usará el técnico en refrigeración y aire acondicionado es el relevador de ventilador. El relevador de ventilador es un controlador primario. Es decir, está diseñado para proporcionar un control de tensión de línea de 24 voltios en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado. Los relevadores de ventilador se usan con ventiladores de múltiples velocidades para ofrecer una operación de ventilador de alta velocidad durante el ciclo de aire acondicionado. Por lo general, el relevador de ventilador está controlado por un termostato.

Normalmente se usa un termostato de 24 voltios para encender el relevador de ventilador. Si también se necesita un control del ventilador del condensador, se puede añadir un segundo relevador al sistema.

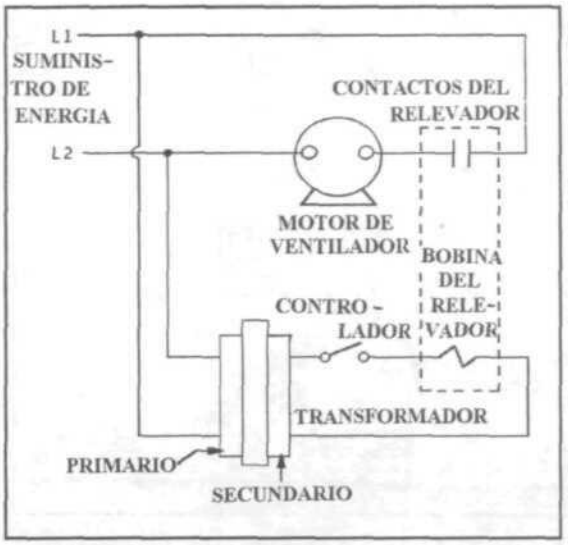


Figura 21-16. Conexiones de un relevador de ventilador.

Para revisar el relevador de ventilador, aplique energía a la bobina y escuche si se cierran' los contactos. Posteriormente, verifique con un ohmetro si hay continuidad. Si no hay continuidad eléctrica, revise el voltaje que va a la bobina del relevador.

Si el ventilador funciona parte del tiempo o a una sola velocidad, baja y no elevada, revise primero el relevador. Si éste está en buenas condiciones, puede ser que el problema se deba a algún cable suelto o a que los contactos estén sucios. Revise los cables y limpie los contactos. Algunas veces un relevador en mal estado puede hacer que el compresor tenga un corto, pero esto es raro.

Protector del motor de rendimiento piloto

Algunos fabricantes instalan un protector del motor de rendimiento piloto en el motor del compresor, para protegerlo de la corriente excesiva. Este aparato no es un relevador, pero trabaja con el relevador para abrir un circuito. Es sensible a la temperatura. Si se recalientan las bobinas del motor, el protector del motor de rendimiento piloto cierra el circuito que va al contactor y apaga el motor. Por lo general este aparato está conectado al circuito de control de 24 voltios.

Especificaciones de los relevadores de motores

Ya conoció cómo los relevadores controlan y protegen los circuitos del motor. De hechos, el único que protege esos circuitos del motor es usted. Usted será el técnico que reemplace los relevadores en mal estado para mantener funcionando los motores. Para hacer el trabajo lo mejor posible, es importante que conozca las especificaciones de reemplazo de cada relevador de motor. Es decir, necesita saber qué información debe poseer el técnico cuando se enfrenta a un reemplazo de relevador. A continuación le damos la información que necesitará. Empecemos por...

RELEVADOR DE CORRIENTE:

- número de pieza del relevador original
- número de modelo del motor del compresor
- caballos de fuerza del motor del compresor
- voltaje
- posición
- modelo del equipo y número de serie

RELEVADOR DE HILO CALIENTE:

- número de pieza del relevador original
- caballos de fuerza del motor del compresor
- amperaje del motor del compesor
- voltaje
- modelo del equipo y número de serie

RELEVADOR EN DERIVACIÓN (VOLTAJE):

- número de pieza del relevador original
- caballos de fuerza del motor del compresor
- tensión de línea
- voltaje constante de la bobina (fuerza contraelectromotriz generada en el compresor)

BOBINA DE ARRANQUE DEL MOTOR:

- voltaje de puesta en trabajo
- voltaje de paso al reposo

RELEVADOR DE ESTADO SÓLIDO:

- Un tamaño reemplaza todos los relevadores de corriente de 1/12 a 1/2 caballo de fuerza.

MOTORES DEL COMPRESOR:

- Un tamaño reemplaza todos los equipos de arranque difícil en motores de compresor CDP de 1/2 a 5 caballos de fuerza.
- tensión de línea no posicional

RELEVADOR DE CONTROL:

- número de pieza del relevador original
- voltaje de la bobina
- amperaje total de carga de la carga que se está controlando
- amperaje con el rotor enclavado de la carga
- disposición de los interruptores
- caballos de fuerza de la carga

CONTACTORES:

- número de pieza del relevador original
- amperaje total de carga de la carga
- amperaje con el rotor enclavado de la carga
- número y posiciones de los polos

Figura 21-17. Su fiel ohmetro mide la resistencia eléctrica.

- voltaje de la bobina
- dimensiones del contactor

Revisión de los relevadores

Revisión con ohmetro

Ahora que tiene la información para reemplazar cada relevador, necesita las necesarias herramientas. Las herramientas más útiles para el técnico de refrigeración y aire acondicionado pertenecen todas a la familia de los medidores. Son el ohmetro, el voltímetro y el amperímetro.

Generalmente revisará los relevadores de corriente y los relevadores en derivación con un ohmetro. Veamos cómo se hace. Recuerde que el ohmetro es un instrumento que mide la resistencia eléctrica en ohms.

En esta lección ya hablamos de la revisión de relevadores pero aquí le presentamos un procedimiento paso a paso. Este es el procedimiento para revisar un relevador no posicional:

1er PASO. Desconecte la corriente eléctrica y todos los cables del relevador.

2o PASO. Ponga el ohmetro en cero en la escala R x 1.

3er **PASO.** Ponga las puntas del ohmetro en las terminales L y M del relevador de corriente.

4o **PASO.** Mantenga el relevador en posición vertical.

5o **PASO.** Lea la escala del ohmetro. Si el ohmetro da una lectura de un ohm aproximadamente, la bobina del relevador está en buen estado. No obstante, si la lectura es infinito, la bobina del relevador está abierta.

6o PASO. Mueva la carga del ohmetro de L a S en el relevador. Si la lectura del ohmetro es infinito, los contactos del relevador están abiertos, como debe ser. Si tie ne una lectura de baja resistencia, los contactos no se pueden abrir.

7o PASO. Voltee al revés el relevador.

8o PASO. Coloque las puntas del ohmetro en M y S. Si el ohmetro tiene una lectura de baja resistencia, los contactos están bien. Si la lectura es infinito o alta resistencia, los contactos no se están cerrando de manera adecuada.

9o PASO. Coloque las puntas del oh metro en las terminales 1 y 2 del relevador en derivación. Si el ohmetro marca infinito o alta resistencia, los contactos del relevador están en malas condiciones. Si hay una lectura H^ cero, los contactos están bien

10o PASO. Mueva la punta del ohmetro de la terminal 1 a la terminal 5.

l1o PASO. Lea el ohmetro. Es alta la resistencia de la bobina de un relevador en derivación, alrededor de 800 ohms, debido a las muchas vueltas del cable fino.

Revisión con voltímetro

También puede revisar los relevadores de corriente y los relevadores en derivación con un voltímetro. El voltímetro es el instrumento que utilizará para medir el voltaje eléctrico.

ler PASO. Coloque el interruptor de recorrido del voltímetro en el rango de CA más alto.

Figura 21-18. Su fiel voltímetro mide el voltaje eléctrico.

2o PASO. Coloque las puntas del voltímetro en las terminales L y S del relevador de corriente.

3er PASO. Encienda el sistema de refrigeración.

4o PASO. Lea el voltímetro.

5o PASO. Elija la escala más baja del voltímetro. Si el voltímetro no marca en el centro un tercio de la escala, la lectura del voltaje debe ser sólo momentánea y luego caer a cero. Si el registro del voltaje dura más de diez segundos, desconecte la corriente eléctrica y revise si los contactos del relevador no están cerrados.

6o PASO. Coloque el interruptor de recorrido del voltímetro en el rango de CA más alto.

7o PASO. Coloque las puntas del voltímetro en las terminales 1 y 2 del relevador en derivación.

8o PASO. Lea instantáneamente el voltímetro después del arranque. En el momento del arranque el voltímetro marcará cero, pero tan pronto como el motor del compresor alcance el 75% de su velocidad de funcionamiento, los contactos deberán abrirse y el voltímetro leerá la tensión de línea.

9o PASO. Coloque las puntas del voltímetro en las terminales 2 y 5 del relevador en derivación.

10o PASO. Lea la fuerza contraelectromotriz y anótela.

Revisión con amperímetro

El amperímetro es un medidor eléctrico, calibrado en amperes, que se usa para medir el flujo de corriente de un circuito. Con el amperímetro podrá revisar los relevadores de corriente y los relevadores en derivación.

ler PASO. Coloque el amperímetro en su escala mayor.

2o **PASO.** Sujete el amperímetro alrededor del cable desde la terminal S del relevador de corriente.

3er PASO. Conecte la electricidad al sistema y encienda el sistema.

4o **PASO.** Lea el amperaje que hay. El amperaje debería ser momentáneo y luego bajar a cero. Si el amperaje no baja a cero después de unos diez segundos, desconecte la electricidad y verifique que el relevador no tenga los contactos cerrados.

5o **PASO.** Sujete el amperímetro alrededor del cable desde la terminal M del relevador de corriente (el sistema debe estar funcionando).

6o PASO. Elija la escala del amperímetro que dé una lectura en el centro de la escala.

7o **PASO.** Revise la placa de datos del sistema para obtener el amperaje total de la carga (F.L.A. por sus siglas en inglés).

8o **PASO.** Compare el amperaje total de la carga con la lectura del amperímetro.

9o PASO. Coloque el amperímetro en la escala más alta.

10o **PASO.** Sujete el amperímetro alrededor del cable desde la terminal 2 del relevador en derivación.

11o PASO. Arranque el sistema.

12o PASO. Lea el amperaje que hay. Este debe ser sólo momentáneo y después bajar. Puede haber un ligero consumo de amperaje debido a la fuerza contraelectromotriz.

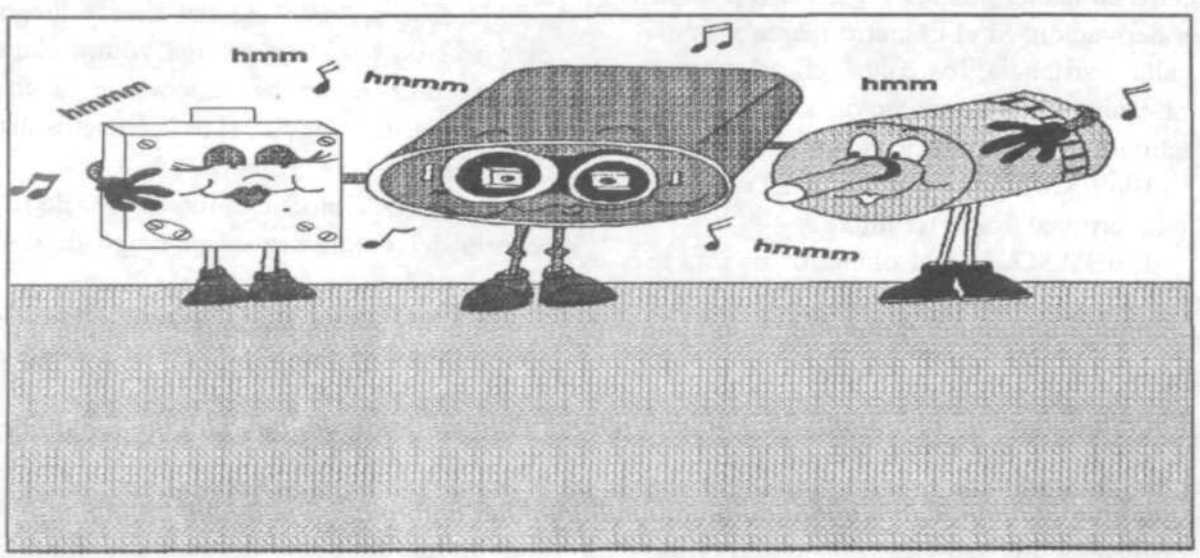


Figura 21-19. Los relevadores y capacitores controlan, protegen y hacen que funcionen mejor los motores.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un circulo la letra V si considera verdadera la afirmación, o la letra F si la considera falsa.

1.	Algunos fabricantes instalan un protector del motor de rendimiento piloto en el motor del compresor para proteger el motor de la corriente excesiva.	F	V
2.	Para reemplazar un relevador de hilo caliente se requiere contar con el wattaje del relevador.	F	V
3.	Para reemplazar los contactores se requiere el número y posiciones de los polos.	F	V
4.	Los relevadores de corriente y los relevadores en derivación se pueden revisar con un voltímetro.	F	V
5.	El amperímetro es un medidor eléctrico calibrado en volts que se usa para medir el flujo de corriente de un circuito.	F	V

Respuestas

1. V 2. F (Se necesitan número de pieza, potencia del motor, amperaje, voltaje y modelo del equipo con número de serie.) 3. V 4. V 5. F (El amperímetro es un medidor eléctrico calibrado en amperes.)

Resumen

Después de esta lección conocerá usted que un relevador es uno de los más empleados componentes de la industria electrónica. Básicamente es un conmutador o interruptor operado magnéticamente, y su propósito principal es el control de otros dispositivos. Funcionan los relevadores basados en uno de dos principios diferentes: la atracción electromagnética o la inducción electromagnética. Los de atracción son activados por corriente alterna o corriente directa. Otro tipo de relevador es el de solenoide, que se usa para controlar el alto voltaje y la corriente. Muy similares son los dispositivos de control llamados interruptores. Entre ellos están los conectores, los relevadores de arranque y los interruptores centrífugos. Los primeros funcionan como el control primario de un sistema de aire acondicionado, y pueden hacerlo magnéticamente o por acción del contacto con mercurio. Los interruptores de arranque se utilizan para que deje de funcionar el circuito de arranque cuando el motor alcanza aproximadamente el 75% de su velocidad normal de funcionamiento. Hay cuatro tipos: los relevadores de corriente, los de hilo caliente, los de estado sólido, los de voltaje en derivación y los interruptores centrífugos. El interruptor centrífugo es el interruptor fundamental de los motores con capacitor de arranque y de los de fase dividida. El relevador de corriente se denomina también relevador magnético o de amperaje, y se usa en motores de 1/2 caballo de fuerza o más pequeños. El relevador de hilo caliente, a diferencia del relevador de corriente, no funciona mediante una bobina electromagnética. Se usa muy poco en las unidades domésticas de aire acondicionado. El relevador en derivación es electromagnético, como el de corriente, pero sus contactos normalmente están cerrados (los del relevador de corriente en general están abiertos). Se usa mucho en unidades domésticas de aire acondicionado. El relevador de estado sólido no tiene partes móviles, y puede usarse para controlar cargas de CD y de CA. Los relevadores de retardo se añaden al circuito del motor para proteger a este último del calor. Otros importantes relevadores son el de control, interruptor electromagnético que controla la tensión de línea con un control de voltaje; y el protector del motor de rendimiento piloto, que proteje al motor de la corriente excesiva. También conocerá, a estas alturas, las especificaciones que deben tener los reemplazos de relevadores defectuosos; y cómo revisarlos por medio de ohmetros, voltímetros o amperímetros, así como los distintos pasos de cada procedimiento.

-Y después, ¿qué sigue?

¿Qué es un fusible? ¿Qué es un cortacircuitos? ¿En qué se diferencia un fusible de un elemento de un fusible de retardo de tiempo? ¿Qué es un eslabón fusible? ¿Qué es un tapón fusible? ¿Qué es un cartucho fusible?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso. Escoja una sola respuesta para cada pregunta. Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. El relevador es un interruptor operado
   a. eléctricamente.
   b. magnéticamente.
   c. mecánicamente.
   d. manualmente.

2. **Un contactor es un relevador interruptor que funciona como el control primario de un sistema de**
   a. calefacción.
   b. ventilación.
   c. refrigeración.
   d. aire acondicionado.

3. Algunas veces fallará el contactor porque hay una capa de polvo en los
   a. contactos.
   b. cables.
   c. carbonos.
   d. conductores.

4. **E1 interruptor centrífugo, por lo general, es un interruptor cerrado que esta conectado en serie con el**
   a. de solenoide
   b. de hilo caliente.
   c. de arranque.
   d. de recorrido.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón, correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L421

5. **Los relevadores de corriente deben tener el tamaño adecuado según la potencia del motor y su**
   a voltaje.
   b. amperaje.
   c. wattaje.
   d. resistencia.

6. **El relevador en derivación es el relevador que se usa con mayor frecuencia en las unidades de refrigeración**
   a. comercial.
   b. industrial.
   c. automotriz.
   d. doméstica.

7. **Los relevadores de retardo se usan principalmente para retardar el arranque de una carga durante determinado**
   a. voltaje.
   b. periodo de tiempo.
   c. amperaje.
   d. wattaje

8. **Por lo general, el relevador de ventilador se controla con un**
   a. presostato.
   b. arrancador.
   c. termostato.
   d. solenoide.

9. **Para reemplazar un relevador de control es importante conocer**
   a. el voltaje de la bobina.
   b. el wattaje del motor.
   c. el número de serie del motor.
   d. el wattaje del ventilador.

10. **Con el amperímetro se pueden revisar los relevadores de corriente y**
    a. los relevadores de arranque.
    b. los relevadores de corrido.
    c. los relevadores intermitentes.
    d. los relevadores en derivación.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. Tipos de dispositivos de protección....4
3. Operación de los fusibles y cortacircuitos....8
4. Causas del exceso de corriente (sobrecargas)....9
5. Cortacircuitos....15
6. Resumen....18
7. Tareas prácticas....19
8. Examen..., ...21

Dispositivos de protección

L422 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Tipos de dispositivos de protección, 4
- Fusibles, 4
- Cortacircuitos, 6
- Relevadores de sobrecarga, 6

Operación de los fusibles y cortacircuitos, 8
- Fusibles de un elemento, 8
- Fusibles de retardo de tiempo, 8
- Cortacircuitos, 9

Causas del exceso de corriente (sobrecargas), 9
- Tipos y clasificaciones, **10**
- Tapones fusibles, **11**
- Cartuchos fusibles, **13**

Cortacircuitos, **15**

Resumen, **18**

Tareas prácticas:
- Verificación de la construcción de un fusible, **19**

Examen, **21**

Introducción

En esta lección se describirán los dispositivos de protección que se utilizan en un sistema de refrigeración y aire acondicionado. Hasta este momento de su curso, usted ha conocido qué importante es proteger el motor de un sistema. El motor es el corazón del sistema. Por lo tanto, dependerá de usted, el técnico de servicio, proporcionarle el cuidado adecuado. En las lecciones anteriores, conoció algo sobre protección del motor al estudiar los capacitores y los relevadores.

Esta lección le proporcionará más información sobre el equipo de control del motor en un sistema de refrigeración y aire acondicionado. Recuerde que el control del motor en un sistema debe proporcionar lo siguiente:

- un medio para desconectar el motor de su alimentación eléctrica
- una forma de arrancar y detener el motor
- un tipo de protección contra cortocircuitos para el motor y su circuito
- una manera de proteger el motor contra sobrecalentamiento
- el control de la velocidad del motor

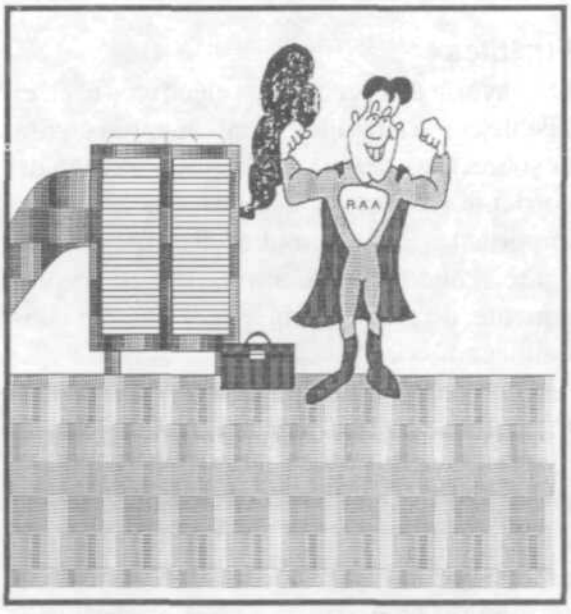


Figura 22-1. El técnico de RAA al rescate.

- la protección para el circuito del ramal del motor y el circuito de control.

Definiciones y descripciones

Al leer esta lección encontrará algunas palabras con las cuales quizá no esté familiarizado. A continuación ofrecemos una lista breve de estos términos. Si en algún momento de sus estudios se siente inseguro del significado de una palabra, consulte esta lista. Por ahora trate de retener en la mente la idea principal de cada definición.

CARTUCHO FUSIBLE DEL TIPO DE CUCHILLAS *(blade type cartridgefuse).* Este fusible posee hojas planas de contacto en una caja cilindrica.

CARTUCHO FUSIBLE DEL TIPO DE CASQUILLOS *(ferrule-type cartridge fuse).* Éste es un fusible especial que posee casquetes metálicos sobre una caja cilindrica.

CORTACIRCUITOS *(circuit breakef).* Éste es un dispositivo para sobrecorriente que se dispara con una sobrecarga o un cortocircuito. Se puede restablecer. Automáticamente abre un circuito cuando se excede su capacidad de conducción de corriente.

CORTOCIRCUITO *(short circuit).* Un cortocircuito es una conexión accidental a tierra de un conductor. Esto sucede cuando una parte del circuito entra en contacto con otra y hace que toda o parte de la corriente tome un camino incorrecto.

DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN *(protection devicé).* Éste es el término que se usa para el equipo eléctrico que conduce o transmite corriente, pero que no la usa. Cuando ocurre un exceso de carga eléctrica, abrirá el circuito.

FUSIBLE *(fuse).* Un fusible es un dispositivo para sobrecorriente que contiene uno o varios elementos que se funden y abren el circuito en respuesta a un cortocircuito o una sobrecarga.

FUSIBLE DE RETARDO DE TIEMPO *(time-delay fuse).* Un fusible de retardo de tiempo tiene un sistema integrado de retardo de tiempo que impide que se abra el fusible innecesariamente por las corrientes que toma el motor en el arranque y otras sobrecargas inofensivas.

FUSIBLE DE TAPÓN CON BASE EDISON *(Edison baseplug fusé).* Este fusible tiene una base que se adapta al mismo receptáculo que usa un bulbo incandescente con base regular (foco).

INTERRUPTOR PILOTO *(pilot duty).* El interruptor piloto es un dispositivo de protección que interrumpe el circuito del voltaje de la línea.

PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE *(overcurrent protection).* Éste es un eslabón débil en el circuito que limita el amperaje a un valor especificado.

TAPÓN FUSIBLE DEL TIPO "S" *(type "S" plug fuse).* Este fusible posee una rosca especial para cada clasificación de amperaje. Consulte la ilustración de la Figura 22-2.

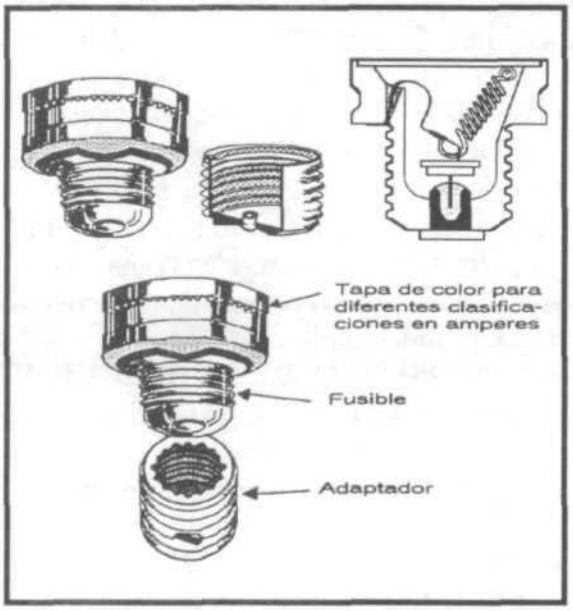


Figura 22-2. Fusible tipo "S" y adaptador.

Tipos de dispositivos de protección

En los Estados Unidos de América, el Código Nacional Eléctrico (CNE) exige que el alambrado eléctrico de un sistema de refrigeración o aire acondicionado esté protegido contra sobrecargas. Esto se lleva a cabo usando algún tipo de sistema de protección contra sobrecargas. Este sistema no permitirá que fluya continuamente una corriente que exceda del valor que se necesite para ese sistema.

En otras palabras, se necesita un dispositivo conectado en el sistema que interrumpa el flujo de la corriente cuando ésta alcance un valor demasiado alto para que el equipo lo pueda manejar con seguridad. Puede ocurrir un incendio después de un cortocircuito o del paso de una corriente excesiva (sobrecarga) por el sistema, si los dispositivos de protección contra sobrecargas no interrumpen el flujo de ésta. Los dispositivos de protección contra sobrecargas que se usan más ampliamente en la industria de refrigeración y el aire acondicionado son los fusibles, los cortacircuitos y los relevadores contra sobrecargas.

Fusibles

La mayoría de los circuitos eléctricos usan el fusible como su principal salvaguarda contra la sobrecarga del circuito por un exceso de corriente (amperes). Los fusibles son muy importantes en los circuitos de refrigeración y aire acondicionado. Si no trabajan correctamente, no pueden proteger el sistema contra incendios u otros daños.

Los fusibles son conductores de la electricidad que poseen elementos delgados de aluminio, de cobre recubierto con estaño o de níquel. Cuando pasan demasiados amperes (corriente) a través del fusible, se sobrecalentará el elemento delgado y finalmente se fundirá. Con esto se abrirá el circuito y dejará de fluir la corriente.

El tamaño de los fusibles varía desde 1/100 de amperes hasta las unidades de servicio pesado, capaces de conducir varios cientos de amperes. Cuanto más delgado sea el elemento de alambre del fusible, menor será su clasificación de corriente.

La Figura 22-3 ilustra el símbolo de un fusible en un diagrama de alambrado y los símbolos para un fusible en buenas condiciones en un diagrama esquemático. Un fusible abierto se muestra en el símbolo con una rotura.

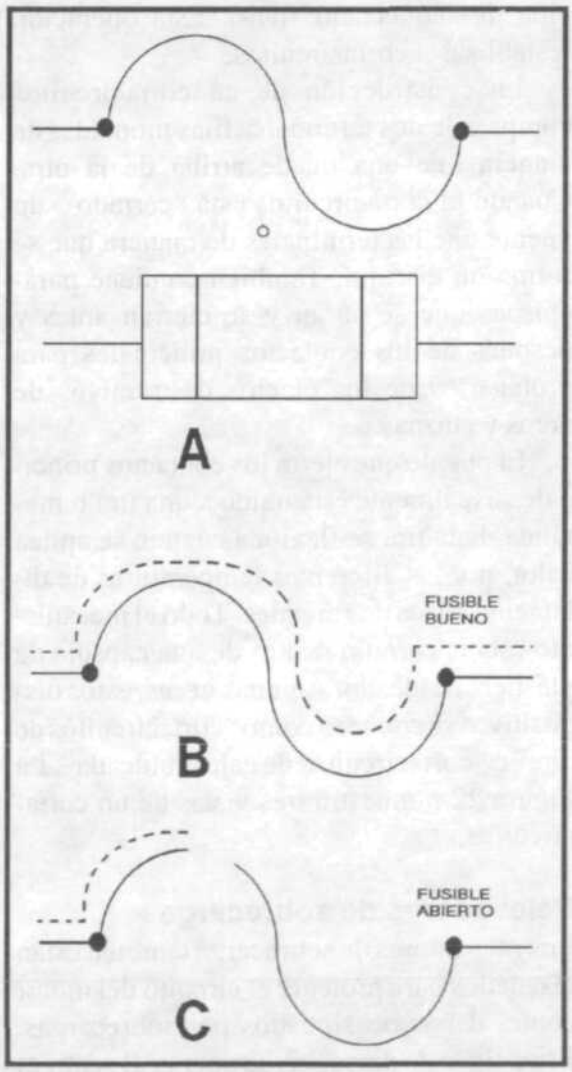


Figura 22-3. Símbolos. Símbolos que se usan comúnmente para representar los fusibles en los diagramas de alambrado (A). Símbolo para un fusible en buenas condiciones *(B).* Símbolo para un fusible abierto (C).

Junto con los fusibles de un elemento, también usará los fusibles de retardo de tiempo. El elemento o eslabón de estos fusibles está construido en forma de espiral. Están diseñados para abrirse sólo con una sobrecarga continua. Esto impide que se funda el fusible con sólo una sobrecarga temporal de corriente. Usualmente, un circuito con un motor eléctrico usará este tipo de fusible. Ello se debe a que la corriente de arranque es mucho más alta que la corriente de marcha. Usted no desea que se funda el fusible si la sobrecarga sólo va a durar unos cuantos segundos. Algunos tipos de fusibles de retardo de tiempo están diseñados para soportar una sobrecarga durante 12 a 25 segundos sin fundirse.

Recuerde que la razón para usar un fusible en un circuito es evitar daños en el alambrado u otras partes del mismo. Cuando se

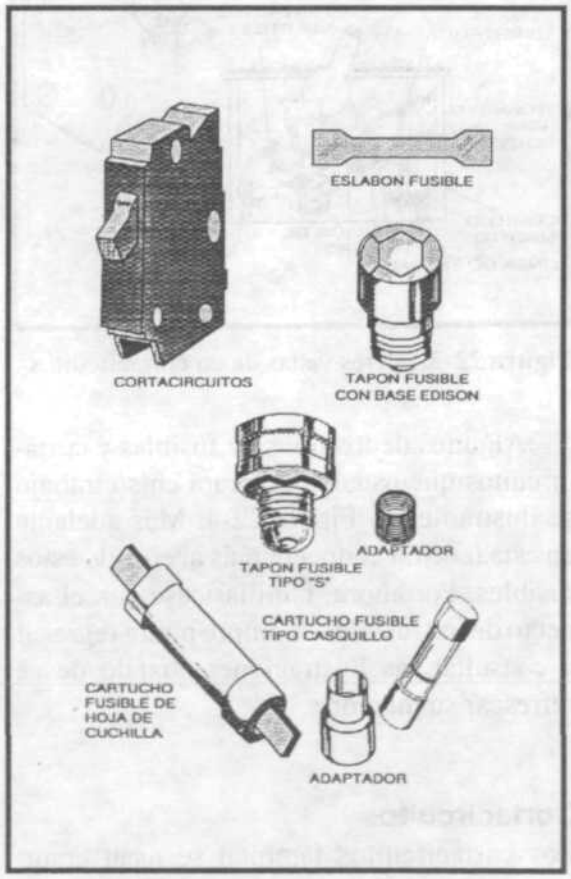


Figura 22-4. Dispositivos de protección contra sobrecorrientc.

funde el elemento del fusible y éste abre el circuito, se dice que se ha "fundido" el fusible. Un fusible fundido o en mal estado se debe cambiar por otro nuevo. También es importante averiguar por qué se ha fundido el fusible. Puede haber algo defectuoso en el circuito o éste puede estar sobrecargado. En cualquier caso, se debe hacer algo para corregir la causa del problema.

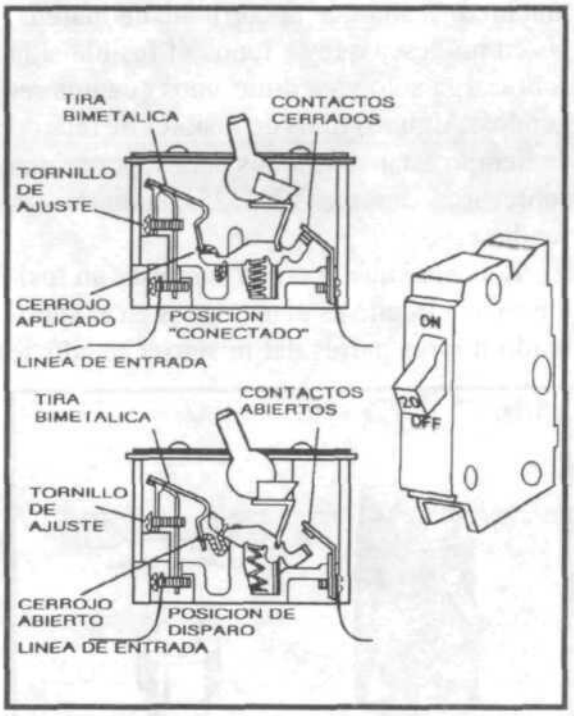


Figura 22-5. Tres vistas de un cortacircuitos.

Algunos de los tipos de fusibles y cortacircuitos que usted encontrará en su trabajo se ilustran en la Figura 22-4. Más adelante en esta lección conocerá más acerca de estos fusibles. Por ahora, familiarícese con el aspecto de los fusibles. Siempre podrá regresar a consultar las ilustraciones cuando desee refrescar su memoria.

Cortacircuitos

Los cortacircuitos también se usan como protección contra sobrecargas de corriente. Cuentan con un elemento térmico en forma de resorte. Éste se dilata con el calor y abre el circuito. El cortacircuitos se puede restablecer después de haberse localizado el cortocircuito o de haberse arreglado la sobrecarga del circuito.

El cortacircuitos tiene una ventaja sobre el fusible. No es necesario cambiarlo cuando se dispara. Únicamente se debe restablecer. Trabaja como un interruptor. Si se ha disparado el cortacircuitos por una sobrecarga, todo lo que se tiene que hacer es oprimir el botón para llevarlo a la posición de "desconectado" (OFF) y después llevarlo a la posición de "conectado" (ON). Esta operación restablece el cortacircuitos.

La construcción de un cortacircuitos comprende dos terminales fijas montadas de manera que una quede arriba de la otra. Cuando el cortacircuitos está "cerrado" un puente une las terminales de manera que se forma un circuito. También contiene parachispas que se abren y se cierran antes y después de los contactos principales para protegerlos de los efectos destructivos de arcos y chispas.

El puente que cierra los contactos principales usualmente está unido a una tira bimetálica. Esta tira se flexiona cuando se aplica calor, por las diferentes temperaturas de dilatación de los dos metales. Todo el mecanismo está encerrado dentro de una cápsula de plástico moldeado. Algunas veces, estos dispositivos se conocen como "cortacircuitos de aire" o "cortacircuitos de caja moldeada". La Figura 22-5 muestra tres vistas de un cortacircuitos.

Relevadores de sobrecarga

Los relevadores de sobrecarga también están diseñados para proteger el circuito del motor contra daños ocasionados por sobrecargas. Estos tipos de dispositivos operan al sentir el calor. Usualmente emplean una tira bimetálica para sentir el calor. La tira mantiene cerrados los contactos accionados por resorte cuando no existe sobrecarga. Comúnmente, la tira está conectada a un calentador de

sobrecarga. Cuando la corriente del motor alcanza un valor demasiado alto, el calentador hace que la tira bimetálica abra rápidamente los contactos y desconecte el motor del circuito. Por lo general se puede ajustar para reposición manual o automática. En la Figura 22-6 se ilustra un relevador contra sobrecarga.

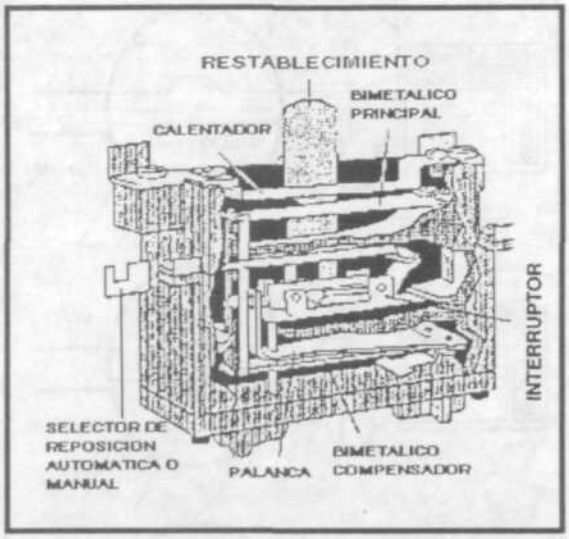


Figura 22-6. Relevador de sobrecarga.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el termino que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Conductores de la electricidad que poseen elementos delgados de aluminio, de cobre recubierto con estaño o de níquel. _____
2. Tipo de fusible diseñado para abrir sólo con una sobrecarga continua. _____
3. Elemento de seguridad que cuenta con un elementó térmico en forma de resorte. _____
4. Dispositivos diseñados para proteger el circuito contra daños ocasionados por sobrecargas. Estos dispositivos operan al sentir el calor. _____
5. Elemento al que comúnmente se conecta la tira bimetálica del relevador de sobrecarga. _____

a. cortacircuitos
b. relevadores de sobrecarga
c. fusibles
d. calentador de sobrecarga
e. retardo de tiempo

Respuestas

1. c, 2. e, 3. a, 4. b, 5. d

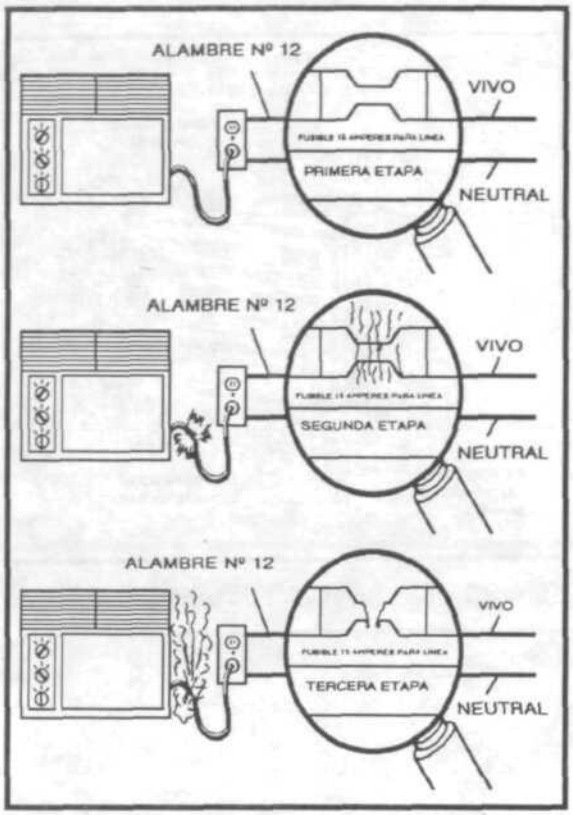


Figura 22-7. Cómo trabaja un fusible.

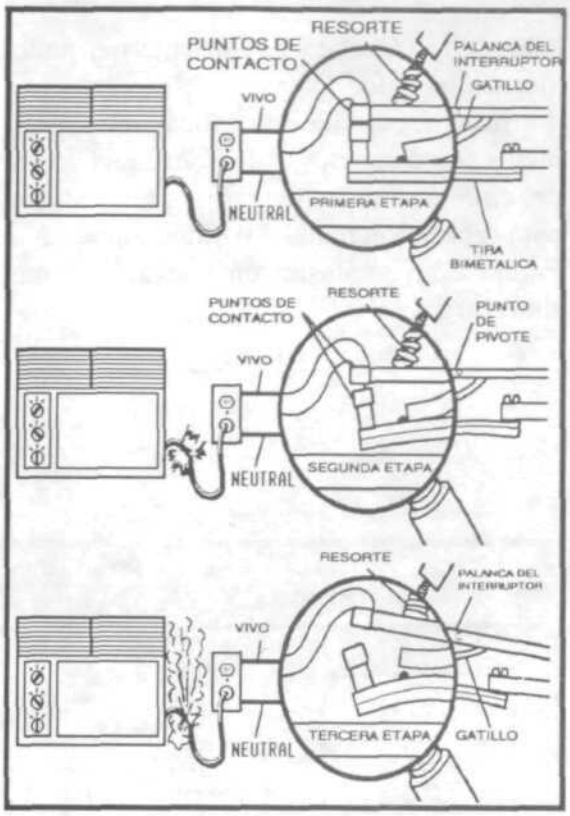


Figura 22-8. Cómo trabaja un cortacircuitos.

Operación de los fusibles y cortacircuitos

Fusibles de un elemento

El fusible de un elemento contiene un elemento metálico que permite el paso de una cantidad fija de corriente a través de él. Cuando se excede esa cantidad el elemento comienza a calentarse. Es decir, cuando existe un cortocircuito o una sobrecarga en el circuito, el elemento o eslabón se calienta. Este elemento o eslabón posee un bajo punto de fusión. No necesita mucho calor para fundirse. El bajo punto de fusión del elemento hace que éste se funda y se rompa si continúa la sobrecarga.

En la Figura 22-7 se muestra la operación de un fusible de un elemento. El alambre deshilachado de la unidad de aire acondicionado hace que se desarrolle calor en un fusible de 15 amperes. El eslabón fusible se calienta y comienza a fundirse. Cuando se ha fundido el eslabón, se abre el circuito. No fluirá electricidad a la unidad de aire acondicionado. Por lo tanto, esto impide que se queme el alambre y origine un incendio.

Fusibles de retardo de tiempo

En un fusible de retardo de tiempo, el elemento fusible propiamente dicho está construido de manera que no se funda a menos que la sobrecarga se prolongue por cierto tiempo. Contiene un eslabón o elemento accionado por resorte. Un extremo de este eslabón va embebido en un depósito de soldadura de estaño. Un cortocircuito o una sobrecarga causará la rotura del eslabón. Esto no abrirá el circuito a menos que siga desarrollándose calor. El aumento continuo de temperatura hace que se ablande la soldadura que retiene el eslabón accionado por resorte. La soldadura se ablandará lo suficiente para permitir que el resorte libere el eslabón y abra el circuito.

Cortacircuitos

Los cortacircuitos poseen un juego de contactos internos que se mantienen unidos mediante un gatillo o puente cuando el interruptor se encuentra en la posición de "conectado" (ON). La Figura 22-8 muestra como trabaja un cortacircuitos.

Uno de los contactos está ubicado sobre una tira bimetálica que se alabea por efectos del calor, debido a la diferente temperatura (coeficiente) de dilatación de los dos metales. Cuanto más calor reciba, más se alabeará o ílexionará la tira bimetálica. Si el calor alcanza un valor extremo por un cortocircuito o una sobrecarga, la flexión de la tira bimetálica hará que se dispare el gatillo y se abra el circuito.

Causas del exceso de corriente (sobrecargas)

Cierto exceso de corriente en un circuito es perfectamente normal. Este exceso normal es una sobrecarga de corriente que tiene lugar cuando se conectan algunos utensilios, especialmente los que están impulsados por medio de un motor. Durante los primeros segundos, motores como los que forman parte de un sistema de refrigeración o aire acondicionado, pueden consumir de seis a diez veces la corriente que toman a las velocidades normales de marcha.

También puede ocurrir una sobrecarga normal de corriente cuando se ponen en marcha varios motores de corriente intensa al mismo tiempo. Si la sobrecarga de corriente dura solamente un tiempo muy corto, existen dispositivos de protección contra sobrecargas (fusibles de retardo de tiempo) que soportan la sobrecarga sin desconectar el circuito.

Si no es normal la condición de sobrecarga, el circuito queda protegido cuando el dispositivo de protección contra corriente excesiva abre el circuito. Esto puede suceder cuando todos los aparatos están trabajando y se conecta el calefactor eléctrico. Esta es una condición temporal. El técnico solamente tiene que cambiar el fusible o restablecer el cortacircuitos. Sin embargo, si esto ocurre muchas veces, es una indicación de que se necesita un circuito adicional para conducir esta carga.

Una tercera causa de demasiada corriente en un circuito surge cuando se desarrolla un paso de baja resistencia entre el alambre vivo y la conexión a tierra. Esto puede ser peligroso. El flujo de corriente en un cortocircuito puede llegar hasta un valor de 10,000 amperes y fundir o quemar los alambres y el plástico. Por lo tanto, antes de que se puedan producir daños graves, el fusible o el cortacircuitos deben abrir rápidamente el circuito.

Un punto importante que se debe recordar es que, aunque los términos "sobrecorriente" y "sobrecarga" se usan algunas veces para expresar situaciones semejantes, no son la misma cosa.

Con una sobrecarga, un circuito está conduciendo una mayor cantidad de corriente que su flujo clasificado. Usualmente, el término sobrecarga se aplica a la operación de los motores eléctricos. Un problema mecánico en el motor puede producir fricción y, por consiguiente, una sobrecarga. También, el motor puede exigir demasiado de sus propias capacidades. Esto producirá uná"sobrecarga. A esto se debe que los motores necesiten su propia protección, aparte del dispositivo protector del circuito. Como usted recordará de la lección anterior, esta protección se obtiene mediante el relevador de sobrecarga.

Figura 22-9. Ubicaciones de la protección contra cortocircuitos y sobrecargas.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. El fusible de un elemento contiene un elemento_____que permite el paso de una cantidad tija de corriente a través de él.
2. En un_____de tiempo, el elemento fusible propiamente dicho está construido de manera que no se funda a menos que la sobrecarga se prolongue por cierto tiempo.
3. Los cortacircuitos poseen un juego de_____internos que se mantienen unidos mediante un gatillo o puente cuando el interruptor se encuentra en posición de "conectado" (ON).
4. Durante los primeros segundos de funcionamiento. ...motores eléctricos... pueden consumir de_____a diez veces la corriente que toman a las velocidades normales de marcha.
5. Con una_____, un circuito está conduciendo una mayor cantidad de corriente que su flujo clasificado.

Respuestas

1. metálico 2. fusible de retardo 3. contactos 4. seis 5. sobrecarga

Tipos y clasificaciones

Los fusibles se conectan en serie con el alambre vivo de un circuito, a fin de proteger a este último. La tira metálica o elemento del fusible tiene un bajo punto de fusión. El tamaño del elemento determina cuánta corriente puede dejar pasar a través de un fusible sin que se funda dicho elemento. Ésta es la clasificación (capacidad nominal) en amperes. Usted usará las clasificaciones en amperes al cambiar los fusibles fundidos.

Otra clasificación de los fusibles que debe cuidar es la que corresponde al voltaje. Esta clasificación es igual, o mayor, que el voltaje del circuito que se protege por medio del fusible. La clasificación de voltaje es la capacidad del fusible de detener el arco que tiene lugar cuando se funde el elemento del fusible. También es la capacidad del fusible de interrumpir el arco entre el espacio abierto que deja el elemento fundido.

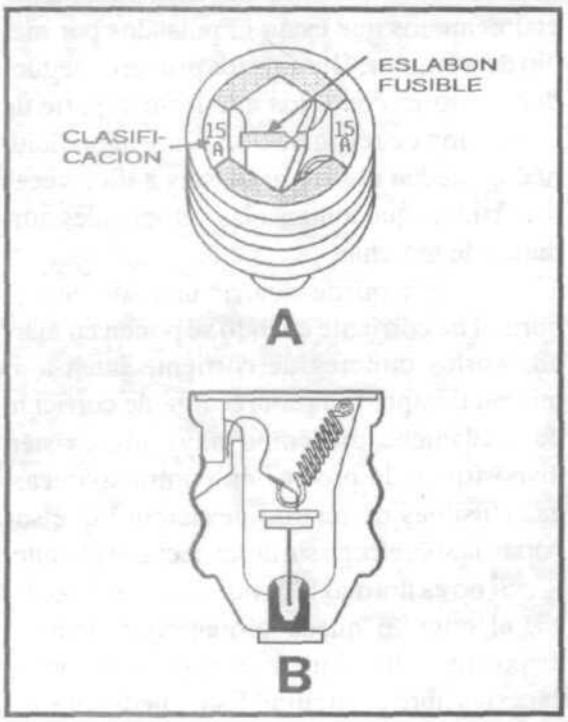


Figura 22-10. Fusibles. Tapón fusible *(A).* Sección del fusible de retardo de tiempo *(B).*

Las clasificaciones estándar de los fusibles son de 125, 250, 300 y 600 volts. Usted puede usar fusibles con clasificaciones de voltaje más altas que las del circuito, pero nunca use fusibles con clasificaciones de voltaje más bajas.

Los fusibles también se clasifican según la rapidez con que abren un circuito cuando ocurre un exceso de corriente. El Código Nacional Eléctrico (CNE) de los Estados Unidos exige que los fusibles abran el circuito antes de que se produzca un daño grave. Los fusibles deben abrir el circuito en menos de medio ciclo de corriente alterna. La oleada más grande de corriente tiene lugar en el medio ciclo siguiente a un cortocircuito. Los fabricantes recomiendan que esta clasificación de corte debe ser de 4/1000 de segundo.

El elemento o eslabón fusible está encerrado dentro de muchos tipos diferentes de envoltura. De este modo se pueden adaptar a todos los tipos de circuitos. Consulte la Figura 22-4 para recordar qué aspecto tienen estos diferentes tipos de fusibles.

Tapones fusibles

Comencemos con los tapones fusibles. Por su nombre, usted casi puede adivinar cuál es su apariencia. Estos son los fusibles con base Edison, los fusibles del tipo "S" y los fusibles de retardo de tiempo. Todos poseen una base con un casquillo roscado, como el de una lámpara incandescente normal (foco). Se les inserta en un circuito atornillándolos en un receptáculo. La parte superior del fusible posee una cubierta transparente que permite ver el elemento fusible. Un tapón fusible que se ha "fundido" exhibirá una nubosidad o decoloración de esta cubierta. Los tapones fusibles que se usan en el alambrado residencial están clasificados en 15,20,25 y 30 amperes.

El fusible de retardo de tiempo es el tipo que describimos en las primeras páginas de esta lección. Como recordará, está diseñado para conducir una sobrecarga temporal sin fundirse.

Este fusible tiene un elemento que se abrirá rápidamente con las oleadas de corriente de cortocircuito. El extremo del elemento está embebido en soldadura de estaño. Un resorte espiral está enlazado al elemento fusible. El punto de fusión de la soldadura determina el tiempo que el fusible puede conducir una sobrecarga. Cuando la soldadura se calienta lo suficiente para ablandarse, el resorte tira del elemento fusible hasta que abre el circuito. Estos fusibles se emplean en circuitos en que se conectan dispositivos grandes impulsados por motores.

Otro tapón fusible que cuenta con esta misma estructura de retardo de tiempo es el fusible de tipo "S". Este fusible impide que se rebase la capacidad del elemento fusible, así como la manipulación peligrosa. Esto se debe a que solamente se puede usar con un adaptador que se atornilla en un portafusibles ordinario con base Edison. Como cada tamaño de alambre posee una "capacidad en amperes" definida (es decir, una capacidad máxima de conducción de corriente), el fusible que protege el alambrado debe tener una

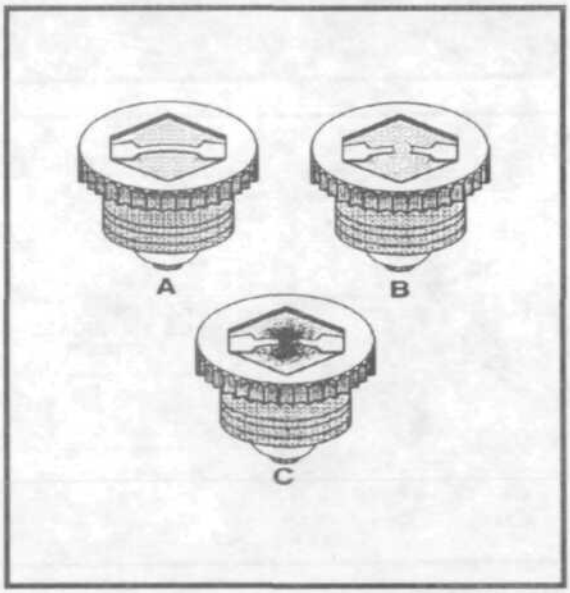


Figura 22-11. La tira de metal de un fusible en buen estado está completa *(A).* Una sobrecarga en el circuito produce una rotura limpia en la tira *(B).* Una decoloración en la ventanilla es resultado de un cortocircuito (C).

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V s/ *considera verdadera la afirmación, o la letra* F *si la considera falsa.*

1. Los fusibles se conectan en serie con el alambre vivo de un circuito, con el fin de proteger a este **último.**	F	V
2. Las clasificaciones estándar de los fusibles son de 125,250. 300 y 600 volts.	F	V
3. El elemento o eslabón fusible está encerrado dentro de un solo tipo de envoltura.	F	V
4. El fusible de retardo de tiempo está diseñado para conducir una sobrecarga temporal sin fundirse.	F	V
5. Cuando se funde un tapón fusible, es fácil determinar si se fundió por una sobrecarga o por un cortocircuito.	F	V

Respuestas

1. V 2. V 3. F (Está encerrado dentro de muchos tipos diferentes de envoltura.) 4. V 5. F (Algunas veces es difícil determinar si se fundió por una sobrecarga o por un cortocircuito.)

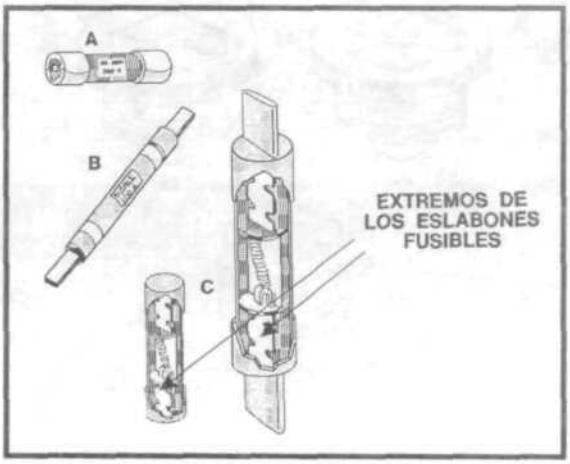


Figura 22-12. Cartuchos fusibles. Cartucho fusible con contactos de casquillo *(A).* Cartucho fusible con contactos de hoja de cuchilla (B). Sección de un cartucho de relardo de tiempo *(C).*

capacidad nominal en amperes no mayor que la capacidad en amperes del alambre que protege.

Por ejemplo, el alambre de cobre del calibre No 14 se utiliza en el alambrado residencial y cuenta con una capacidad de 15 amperes. Este alambrado se debe proteger por medio de fusibles con una clasificación no mayor de 15 amperes. Sin embargo, todos los fusibles con base Edison son intercambiables. El peligro radica en que el propietario de una casa pueda cambiar indebidamente un fusible de 15 amperes por uno de 30 amperes. Como el alambrado está construido para conducir una corriente de 15 amperes, esto puede causar muchos problemas.

En cuanto al fusible del tipo "S", una vez que se ha insertado el adaptador en el porta-

fusibles, no se puede desmontar sin dañar este último. Cada adaptador tiene una clasificación en amperes. El adaptador de 30 amperes solamente acepta fusibles de 30 amperes o más pequeños; el adaptador de 20 amperes únicamente acepta fusibles de 20 amperes o de menor capacidad, y así sucesivamente. Esto impide que se exceda la capacidad de fusión. El exceso de la capacidad de fusión puede causar un incendio.

Dimensiones en pulgadas (1 pulgada = 25.4 mm) de fusibles de Clase H			
Clasificación en amperes de los fusibles	Diámetro del casquillo	Anchura de la cuchilla	Longitud total
250 volts			
0-30	9/16		2
31-60	13/16		3
61-100		3/4	5 7/8
101-200		1 1/8	7 1/8
201-400		1 5/8	8 5/8
401-600		2	10 3/8
600 volts			
0-30	13/16		5
31-60	1 1/16		5 1/2
61-100		3/4	7 7/8
101-200		1 1/8	9 5/8
201-400		1 5/8	11 5/8
401-600		2	13 3/8

Figura 22-13. Dimensiones de los fusibles de Clase H.

Cuando se funde un tapón fusible, algunas veces es difícil determinar si se fundió por una sobrecarga o por un cortocircuito. Usualmente, se puede examinar el elemento. Si éste está entero, el fusible estará en buenas condiciones. Si el elemento está francamente roto, el fusible se habrá fundido por una sobrecarga. Si la ventanilla del fusible está decolorada, la causa de la apertura del circuito es un cortocircuito. En la Figura 22-11 se ilustran las tres condiciones.

Cartuchos fusibles

Los cartuchos fusibles se fabrican con la misma clasificación y características que los tapones fusibles. No obstante, se fabrican en tamaños que manejan corrientes mucho más altas. Los cartuchos fusibles son el único tipo de estos dispositivos de protección que se usan en circuitos de más de 30 amperes. Para circuitos de 30 a 60 amperes poseen contactos de casquillo. Los circuitos mayores de 60 amperes cuentan con contactos del tipo de hoja de cuchilla. En la Figura 22-12 se ilustran estos fusibles.

Los cartuchos fusibles pueden poseer la característica de retardo de tiempo. Esta peculiaridad se puede obtener en todas las clasificaciones en amperes. La longitud y el diámetro de los cartuchos fusibles aumenta gradualmente de acuerdo con la clasificación en amperes. Esto limita la posibilidad de cambiar un fusible por otro de tamaño incorrecto.

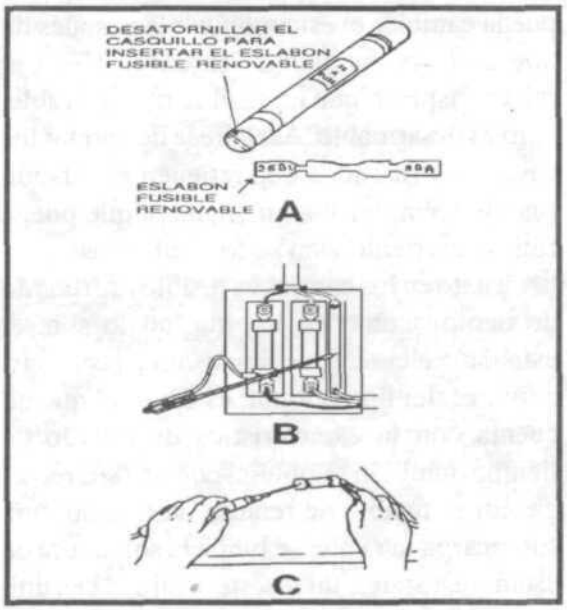


Figura 22-14. Pruebas de fusibles. Cartuchos fusibles de eslabón renovable *(A).* Prueba de un fusible con un probador de neón *(B).* Comprobación de un cartucho fusible (C).

Los cartuchos fusibles se fabrican en muchas clases UL. Se separan en clases de acuerdo con sus clasificaciones en amperes y volts. También se clasifican por sus características de retardo de tiempo, sus dimensiones y el grado de capacidad de limitación de corriente. Cada clase de fusible está diseñada para un propósito determinado; por lo tanto, no se debe sustituir una clase de fusible por otra.

La clase de cartucho fusible que se usa con más frecuencia en el alambrado residencial es la Clase H. Los cartuchos fusibles se pueden obtener en clasificaciones de 250 a 600 volts. Se pueden adquirir en muchas clasificaciones en amperes, hasta para 600 amperes. La tabla de la Figura 22-13 muestra las dimensiones de los cartuchos fusibles de la Clase H.

Los cartuchos fusibles de la Clase H se obtienen en dos tipos: renovables y no renovables. Una vez que se ha fundido el fusible no renovable, queda inservible. El eslabón fusible se ha destruido. Deséchelo y cámbielo por uno nuevo. Sin embargo, el fusible renovable se ha diseñado de manera que se pueda cambiar el eslabón fusible después de que se haya fundido el anterior. Tiene el mismo aspecto que un fusible no renovable, pero es desarmable. Asegúrese de apretar los casquillos roscados que retienen el eslabón fusible reemplazable, de manera que pueda fluir la corriente y no se formen arcos.

Tanto en los cartuchos fusibles de retardo de tiempo como en los que no lo son, el eslabón o elemento se funde con un cortocircuito. El del tipo normal, es decir, el que no cuenta con la característica de retardo de tiempo, también se fundirá con una sobrecarga. En el fusible de retardo de tiempo, una sobrecarga hará que se funda la soldadura de estaño. Después, un resorte abrirá el circuito como en los tapones fusibles.

Como los cartuchos fusibles no muestran ninguna evidencia exterior de la fusión del eslabón fusible, se deben probar con un ohmetro confiable o con un probador de continuidad eléctrica. Por seguridad, desmonte el fusible del portafusibles con un extractor antes de probarlo. También puede usar un probador de continuidad, tal como un probador de neón, y probar el fusible en el portafusibles. Si desmonta el fusible del tablero, puede probarlo con un ohmetro o un voltímetro. La lectura de un fusible abierto indica "infinito" en el ohmetro, y un fusible en buenas condiciones dará una lectura igual a cero.

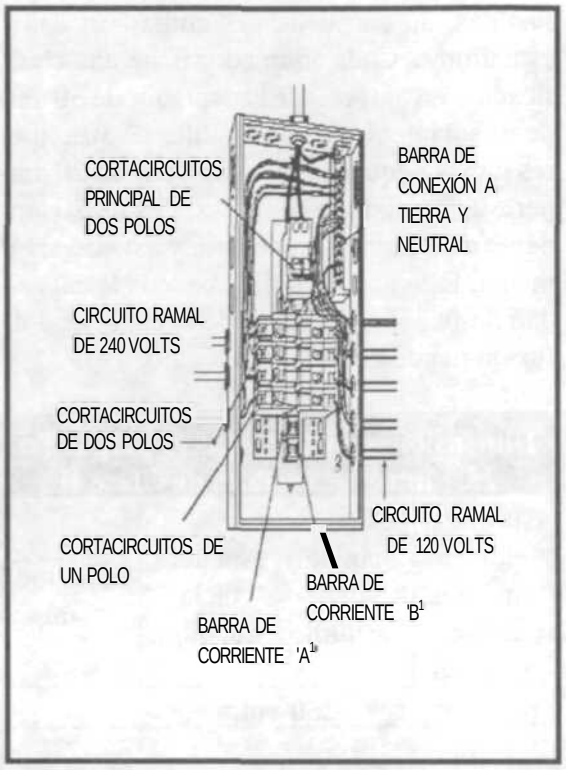


Figura 22-15. Tablero de servicio para cortacircuitos.

Cuando pruebe un fusible con un ohmetro, el que se encuentre en buen estado indicará cero volts entre sus terminales. Si se obtiene una lectura de voltaje, entonces el fusible estará abierto. Si no se obtiene voltaje entre las terminales, el fusible estará en buenas condiciones.

Al probar con un probador de neón, puede probar el fusible mientras todavía se encuentre instalado en el tablero. Si el fusible está en buen estado, encenderá la luz del

probador de neón, como se muestra en la Figura 22-14.

En resumen, los fusibles son dispositivos simples, confiables y de bajo costo. No poseen partes mecánicas que puedan fallar. No envejecen ni se desgastan, y esto los hace un buen medio para proteger un circuito contra sobrecorrientes.

Cortacircuitos

De acuerdo con el Artículo 100 del Código Nacional Eléctrico de los Estados Unidos (CNE), un cortacircuitos es "un dispositivo diseñado para abrir y cerrar un circuito por medios no automáticos, y para abrirlo sin sufrir daños en su propia estructura, cuando se aplica conforme a su clasificación".

En otras palabras, un cortacircuitos combina las funciones de un interruptor y de un fusible en un solo dispositivo. Ofrece al circuito la protección de un fusible. También proporciona una manera para desconectar la energía del circuito.

Los cortacircuitos se conectan en un tablero de servicio y se unen a los alambres "vivos" de los circuitos que protegen. Son muy semejantes a los interruptores ordinarios de palanca o de botones. Consulte la Figura 22-15, en que se muestran los cortacircuitos instalados en un tablero de servicio.

Los cortacircuitos se pueden obtener en clasificaciones de 15 a 200 amperes para uso residencial. Los tamaños más grandes, hasta para 600 amperes, se emplean en las aplicaciones comerciales e industriales. Los cortacircuitos también se clasifican por voltaje, como los fusibles. Se prueban al aire libre para conducir el 110 por ciento de sus valores nominales de carga sin dispararse. Las instrucciones del fabricante incluirán una curva que ilustra cuánto tiempo conducirá una determinada sobrecarga el cortacircuitos.

La mayoría de los cortacircuitos conducirán el 150 por ciento de sus cargas durante un minuto. Dejarán pasar 200 por ciento de su carga aproximadamente durante 20 segundos. Algunos hasta conducirán el 300 por ciento de su carga durante cinco segundos. Este lapso de cinco segundos es suficientemente prolongado para que una corriente elevada de arranque ponga en marcha un motor.

La industria tiende a abandonar los fusibles y a adoptar los cortacircuitos. Cuando se funde un fusible, puede o no haber una refacción, o ésta no ser para el amperaje correcto. En cambio, si se dispara un cortacircuitos y se corrige la causa de la sobrecarga, se restablece simplemente el cortacircuitos, como se

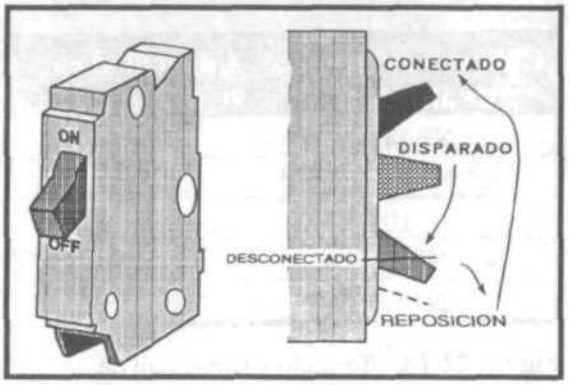


Figura 22-16. Reposición de un cortacircuitos.

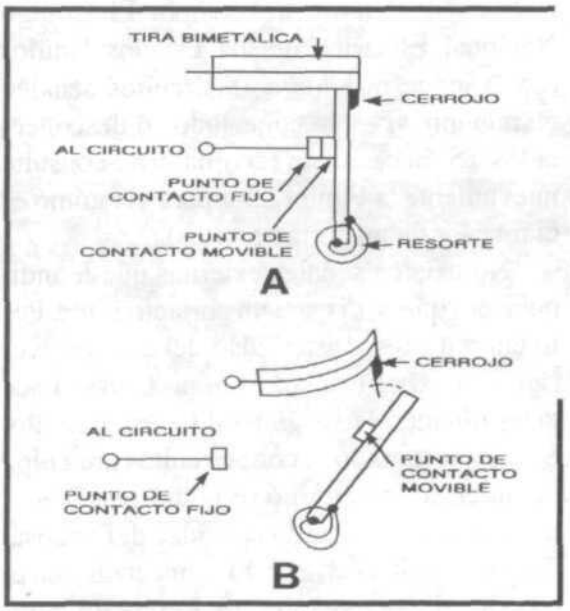


Figura 22-17. Tira bimetálica haciendo contacto *(A).* Contacto abierto (B).

ilustra en la Figura 22-16. Suena muy simple, ¿verdad? Los cortacircuitos son una buena protección para el sistema. No se disparan con sobrecargas grandes y temporales. La mayoría de las nuevas construcciones domiciliarias usan cortacircuitos en lugar de fusibles.

Al principio de esta lección usted leyó la descripción del interior del cortacircuitos; por lo tanto, hagamos ahora un repaso rápido.

El mecanismo interno consta de una tira bimetálica y contactos accionados por resorte. Usualmente, la tira bimetálica está hecha de acero y bronce fundidos juntos. La tira actúa como un cerrojo para mantener unidos los contactos. Cuando fluye una corriente mayor que la nominal a través del cortacircuitos, el calor origina la dilatación de los metales. Como éstos se dilatan a velocidades diferentes, la tira bimetálica se flexiona. Los contactos accionados por resorte se liberan, y se interrumpe el paso de la corriente. La Figura 22-17 ilustra este proceso.

Los contactos también se pueden abrir moviendo el interruptor a la posición de "desconectado" (OFF). Como la tira bimetálica necesita cierto tiempo para calentarse y enfriarse, esto da al cortacircuitos una característica de retardo de tiempo. El Código Nacional Eléctrico de los Estados Unidos (CNE) exige que los cortacircuitos señalen claramente si están conectados o desconectados. (Si necesita un recordatorio, consulte nuevamente la Figura 22-5 para ver cómo es el interior de un cortacircuitos).

No existen señales externas que le indiquen porqué se dispara un cortacircuitos. Por lo tanto, es responsabilidad del técnico averiguar si existe una sobrecarga. Esto se hace determinando la carga total de ese circuito. Si se ha disparado el cortacircuitos por culpa de un cortocircuito, no se podrá restablecer hasta haber encontrado la unidad defectuosa. Examine todos los aparatos conectados en el circuito que se haya abierto. Revise los componentes en busca de alambres deshilaclia-dos, fundidos o desnudos. Repare cualquier daño antes de restablecer el cortacircuitos.

Puede probar un cortacircuitos con un probador de neón. Coloque una línea del probador en la barra neutral/conexión a tierra, y la otra en la terminal del cortacircuitos. Con éste en la posición de "conectado" (ON), se debe encender la luz del probador. Si no se enciende la luz del probador, restablezca el cortacircuitos colocándolo en la posición de "desconectado" (OFF) y regresándolo después a la posición de "conectado" (ON). Si todavía no se enciende la luz del probador, desmonte el cortacircuitos. Antes de conectar el nuevo cortacircuitos, conecte las líneas del probador entre la terminal "viva" de donde desmontó el cortacircuitos y la terminal neutral y de conexión a tierra. Si se ilumina el probador, esto nos indicará que existe voltaje. El cortacircuitos está defectuoso y se debe cambiar. Instale el nuevo cortacircuitos y lleve a cabo el mismo procedimiento una vez más. La luz del probador se debe encender con el cortacircuitos en la posición de "conectado" (ON) y se debe apagar cuando el cortacircuitos se encuentre en la posición de "desconectado" (OFF).

Muy bien, lo que usted ha conocido hasta aquí se puede resumir con estas palabras. Los dispositivos de protección (fusibles y cortacircuitos) están diseñados para proteger todo el sistema eléctrico contra incendios u otros daños. Para hacer esto, el fusible se debe fundir o el cortacircuitos se debe abrir, si hay

Calibre americano de alambre	Capacidad en amperes
N°14	15 amp
N°12	20 amp
N°10	30 amp
N°8	40 amp
N°6	55 amp

Figura 22-18. Tamaño y capacidad en amperes de los alambres.

demasiada corriente para que pueda manejarla el alambrado. ¿Cuánta corriente puede manejar un sistema en particular? El Código Nacional Eléctrico de los Estados Unidos (CNE) especifica la capacidad en amperes o amperaje máximo que puede conducir cada tamaño y tipo de alambre.

En términos generales, cuanto mayor sea el diámetro del alambre, más alto será el número de amperes que pueda conducir. Por ejemplo, los tipos T y TW de alambre de cobre se usan en el alambrado residencial. El Código Nacional Eléctrico de los Estados Unidos (CNE) ha establecido que estos tipos de alambre de cobre poseen cierta capacidad en amperes (consulte la Figura 22-18).

Estas son las capacidades de conducción máxima en amperes de este tipo de alambre en un tubo "conduit". Si el alambre se instala en el aire, su capacidad en amperes es más alta. Si usted conoce el tamaño y tipo de alambre que está manejando, conocerá los amperajes de los fusibles y cortacircuitos que debe usar.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Los cartuchos fusibles de la clase_____se obtienen en dos tipos: renovables y no renovables.
2. Los cortacircuitos se conectan en un tablero de servicio y se conectan a los alambres _____de los circuitos que protegen.
3. La industria tiende a abandonar los fusibles y a adoptar los_____.
4. Un_____se puede probar con un probador de neón.
5. Los dispositivos de protección están diseñados para proteger todo el sistema eléctrico contra _____u otros daños.

Respuestas

1. H 2. vivos 3. cortacircuitos 4. cortacircuitos 5. incendios

Resumen

Esperamos que haya disfrutado mucho con esta lección sobre la protección contra la sobrecarga de corriente. La electricidad es un factor primordial en la vida de trabajo de cada técnico de refrigeración y aire acondicionado. Por esto hemos dedicado tanto espacio a estas medidas de seguridad. Familiarícese bien con ellas. Tienen más que ver con la seguridad eléctrica que ninguna otra cosa —salvo, por supuesto, su sentido común—.

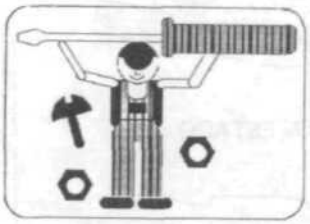
En esta lección usted aprendió la importancia que tiene el control del motor y del circuito. Mediante el control del circuito se puede proteger el motor. También se pueden proteger otros elementos del equipo. Para controlar el circuito, usted debe controlar el flujo de corriente en dicho circuito. Aquí' es donde intervienen los dispositivos de protección contra sobrecorriente. Estos dispositivos comprenden los fusibles, los cortocircuitos y los relevadores de sobrecarga.

Los fusibles contienen un elemento o eslabón de metal que se funde y abre un circuito cuando la corriente excede el amperaje establecido para dicho circuito. Considérelo de esta manera: un fusible es un dispositivo que se destruye cuando trabaja. Los fusibles se clasifican según el amperaje, el voltaje y la rapidez con que abren un circuito. Existen dos tipos básicos de fusibles. ¿Recuerda cuáles son? Efectivamente, son los tapones fusibles y los cartuchos fusibles. Otra clasificación es la de fusibles de un elemento y fusibles de retardo de tiempo. En los primeros, el elemento metálico se funde con relativa rapidez, pues tiene un bajo punto de fusión. En los segundos, el elemento fusible no se funde a menos que la sobrecarga se prolongue por cierto tiempo.

Los cortacircuitos combinan las funciones de un interruptor y de un fusible en una sola unidad. Se parecen a los interruptores de palanca. Se clasifican en valores de 15a 200 amperes. Estos dispositivos se usan mucho, porque si se disparan con una sobrecarga o un cortocircuito, sólo es necesario reponerlos en su posición inicial. El mecanismo de trabajo de un cortacircuitos es la tira bimetálica y los contactos accionados por resorte. Cuando se calienta la tira, se flexiona. Esto, como usted ya sabe ahora, abre los contactos e interrumpe el flujo de corriente. Cuando se enfría la tira, puede volverse a montar el cortacircuitos.

Los dispositivos bimetálicos también se emplean en los relevadores de sobrecarga. Usted estudió estos relevadores. Se conectan en serie con el motor y sienten el calor. Por lo general, la tira está conectada a un calentador de sobrecarga. Cuando la corriente del motor se calienta demasiado, el calentador hace que la tira abra los contactos y desconecte el motor del circuito. Hay muchas formas de relevadores de sobrecarga, pero todas protegen al motor contra sobrecorriente y exceso de calor.

Estos no son los únicos dispositivos de protección, como verá usted en la lección siguiente, pero sí la mayor parte.



Tareas Prácticas

Verificación de la construcción de un fusible

Materiales que usted necesitará

- Dos fusibles del tipo de tapón, uno nuevo y uno quemado.
- Dos fusibles de laminilla (cartucho), uno nuevo y otro quemado.

Información previa

Un fusible es una barra de metal que se funde a una temperatura comparativamente baja. Esta barra está conectada en serie con el circuito o aparato para el cual está diseñada la protección. Cuando por alguna razón pasa más corriente de la que puede soportar el circuito, la lámina de metal se funde, abriendo el circuito antes de que una corriente excesiva pueda sobrecalentar los conductores peligrosamente, o quemar los aparatos diseñados para operar con amperajes más bajos.

Este es el principio de operación de todos los fusibles operados técnicamente, bien sean del tipo de cartucho o de tapón. Si toda la carga eléctrica en el circuito es carga de resistencia (lámparas incandescentes, calentadores, tostadores), un fusible simple, tapón o cartucho es suficiente protección. En tales circuitos, la capacidad de amperaje del fusible no debe ser mayor que la de los conductores.

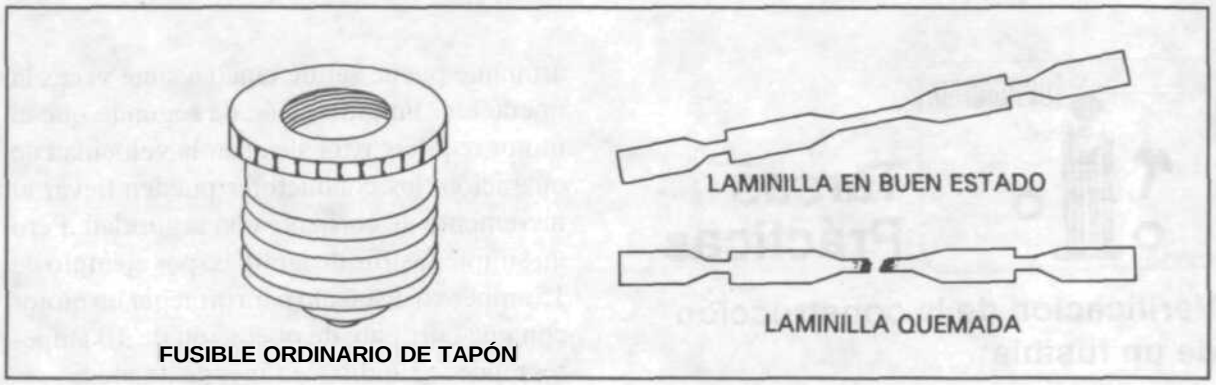
Cuando hay motores en la línea, la situación es un poco diferente. Por ejemplo, al arrancar una unidad de refrigeración o aire acondicionado, la cantidad de amperes del arranque puede ser de cinco a siete veces la operación. En la fracción de segundo que el motor requiere para alcanzar la velocidad de operación, los conductores pueden llevar el incremento de corriente con seguridad. Pero un simple fusible de láminas, por ejemplo de 15 amperes (diseñado para proteger un motor con una corriente de operación de 10 amperes), puede fundirse en menos de medio segundo con una corriente de arranque de 60 amperes, y causar la suspensión de corriente.

Lo que usted deberá hacer

Verificará la construcción interna de un fusible de tapón y de un fusible de láminas.

Procedimiento

1. Consiga un fusible de tapón en buenas condiciones (nuevo) y un fusible de tapón que esté quemado.
2. Observe cuidadosamente la laminilla superior del fusible en cada uno de ellos.
3. Notará que el fusible nuevo tiene la laminilla perfectamente unida y sin mancha negra alguna producida por flamazo.
4. Notará que el fusible quemado tiene la laminilla rota (quemada) y generalmente presenta una mancha negra producida por el flamazo.
5. Consiga luego un fusible de láminas (cartucho) en buen estado y otro que esté quemado.
6. Remueva los tapones roscados de los extremos y observará que el fusible nuevo tiene la laminilla en buenas condiciones; esto es, en una sola pieza y atravesada de extremo a extremo.
7. Remueva igualmente los tapones roscados de los extremos del fusible quemado y observará que la laminilla se encuentra rota y, por lo tanto, no alcanza a unir los extremos.



FUSIBLE ORDINARIO DE TAPÓN

Conclusiones

¿Por qué usar fusibles? Por protección, sí, pero, ¿porqué la necesidad de protección?

Simplemente porque siempre que Huyen electrones a través de un material se genera calor, y aumenta la temperatura del conductor. En un conductor de baja resistencia, como el cobre, el incremento en temperatura es relativamente bajo; en conductores de alta resistencia, como el tungsteno (filamento de lámpara incandescente) y el cromo-níquel (elemento de calefacción), el incremento de temperatura es más pronunciado.

El punto a recordar siempre es que, para cada conductor de un cierto material y una cierta dimensión, el incremento de temperatura limita la cantidad de corriente que puede fluir con seguridad.

...y después, ¿qué sigue?

¿Qué es el CNE? ¿Para qué sirve el probador de neón? ¿Cómo se opera el relevador de sobrecarga? ¿Qué es un relevador de cerrojo y para qué sirve? ¿Qué es el control de presión? ¿Cuáles son los principales dispositivos de protección del motor del compresor, activados por presión? ¿Cómo se comprueba un relevador de estado sólido?

Examen

INSTRUCCIONES: Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso. Escoja una sola respuesta para cada pregunta. Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.

1. El dispositivo de seguridad contra sobrecargas más usado en los circuitos eléctricos es

a. el relevador.
b. el capacitor.
c. el fusible.
d. la resistencia.

2. El cortacircuitos trabaja como

a. un capacitor.
b. un interruptor.
c. un fusible.
d. un relevador.

3. El elemento metálico que contiene el fusible de un elemento tiene un bajo

a. factor de compresión.
b. módulo de elasticidad.
c. factor de dilatación.
d. punto de fusión.

4. Uno de los contactos internos que posee el cortacircuitos está ubicado sobre una tira bimetálica que se flexiona por efectos de

a. el calor.
b. la electricidad.
c. el magnetismo.
d. la presión.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES

Calificación

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L422

5. El fusible de retardo de tiempo está diseñado para conducir una sobrecarga natural sin

a. abrirse.
b. doblarse.
c. calentarse.
d. fundirse.

6. Como los cartuchos fusibles no muestran ninguna evidencia exterior de la fusión del eslabón fusible, se pueden probar con un probador de continuidad eléctrica o con un

a. amperímetro.
b. ohmetro.
c. voltímetro.
d. megger.

7. Los cortacircuitos para uso residencial se pueden obtener en clasificaciones de 15 a

a. 200 amperes.
b. 100 amperes.
c. 300 amperes.
d. 50 amperes.

8. La mayoría de las nuevas construcciones domiciliarias, en lugar de fusibles, usan

a. capacitores.
b. relevadores.
c. cortacircuitos.
d. conductores.

9. Los cortacircuitos se pueden verificar con un probador de

a. gas.
b. neón.
c. hidráulico.
d. de presión.

10. En términos generales, mientras mayor sea el diámetro de un conductor eléctrico, podrá conducir un mayor número de

a. volts.
b. ohms.
c. watts.
d. amperes.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. El Código Nacional Eléctrico (CNE)....3
3. Prueba de seguridad básica....4
4. Operación de los relevadores de sobrecarga....6
5. Dispositivos de protección activados por presión....10
6. Localización de averías....13
7. Resumen....15
8. Tareas prácticas....16
9. Examen.,....17

El código nacional eléctrico

L423 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

El Código Nacional Eléctrico (CNE), 3
- Fusibles para menos de 600 volts, 4
- Cortacircuitos para menos de 600 volts, 4

Prueba de seguridad básica, 4

Operación de los relevadores de sobrecarga, 6

Dispositivos de protección activados por presión, **10**
- El interruptor de seguridad para aceite, **11**

Localización de averías, **13**
- Comprobación de un relevador de estado sólido, **13**

Resumen, **15**

Tareas prácticas:
- Conocimiento del código eléctrico de su país, **16**

Examen, **17**

Introducción

En esta lección enfocará su atención en la protección del circuito eléctrico contra una corriente excesiva o sobrecorriente, contra sobrecargas y contra cortocircuitos. En un sistema eléctrico, los dispositivos que se emplean para este propósito son los fusibles, los cortacircuitos y los interruptores. En los Estados Unidos, todo estos dispositivos deben cumplir con las normas establecidas en el Código Nacional Eléctrico, las cuales han sido avaladas por los Laboratorios Underwriters.

Una vez que hayamos estudiado los dispositivos de protección, veremos cómo y por qué funcionan. Esta es la información que usted podrá usar en su trabajo para localizar una falla en un sistema, y para cambiar fusibles y cortacircuitos defectuosos.

Recuerde que mientras más información maneje, mejor técnico de servicio en refrigeración y aire acondicionado será usted. Así que, como siempre, le invitamos a que estudie su lección con bastante detenimiento, y a que no dude en volver a leer la información cuando no le haya quedado claro algún concepto.

Definiciones y descripciones

Para entender esta lección le serán de gran utilidad los conceptos que se definieron ya en la anterior. Aquí nos limitaremos a añadir unas pocas entradas más que consideramos esenciales para el tema.

CONTROLES DE PRESIÓN *(pressure controls).* Estos son interruptores que operan por efecto de una presión.

CONTROLES PARA FALLA DE LUBRICACIÓN *(oil failure controls).* Este es un dispositivo interruptor que desconecta el motor del compresor cuando baja la presión del lubricante.

RELEVADOR DE CERROJO *(lockout relay).* Este es un dispositivo de protección que impide que se conecte de nuevo el compresor si se desconectó por una condición inusual en el circuito. No permite que se restablezca el sistema hasta que se haya interrumpido la corriente.

REPOSICIÓN MANUAL *(manual reset).* Este es un dispositivo de protección que se debe reponer manualmente después de que haya interrumpido el circuito por una condición anormal en el mismo.

REPOSICIÓN AUTOMÁTICA *(automatic resel).* El restablecimiento automático es un dispositivo de protección que se repone por sí solo después de que haya dejado de existir una condición inusual en el circuito.

SERVICIO PILOTO *(pilot service).* Esta es una clasificación eléctrica que se aplica a los dispositivos utilizados para conectar y desconectar los circuitos de control.

El Código Nacional Eléctrico (CNE)

En la lección anterior hemos mencionado frecuentemente el Código Nacional Eléctrico (CNE) de los Estados Unidos. El CNE es un reglamento nacional relacionado con la seguridad. Todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente en aquel país deben cumplir con los requisitos del CNE. El código establece las reglas y normas que se deben cumplir cuando se trabaja con material eléctrico. La Asociación Nacional de Protección contra Incendios ha redactado estas reglas. Esta asociación cuenta con un comité que estudia la industria eléctrica. El comité revisa y actualiza el código cada tres años. En el transcurso de este periodo se agregan nuevos materiales y métodos, y se desechan algunos ya obsoletos.

Como el código trata a fondo la seguridad, usted puede confiar en sus reglas. Si sigue todas cuidadosamente, realizará su trabajo con seguridad y, asimismo, otras personas estarán seguras.

Fusibles para menos de 600 volts

Los requisitos del Código Nacional Eléctrico para los fusibles de menos de 600 volts son los siguientes:

- No se deben usar tapones fusibles en circuitos que excedan de 125 volts entre conductores.
- Los fusibles deben estar marcados con su amperaje nominal.
- Los tapones fusibles deben estar clasificados para no más de 30 amperes.
- Los tapones fusibles con base Edison solamente se pueden usar como sustitutos.
- Los fusibles de tipo "S" no deben estar clasificados para más de 125 volts.
- Los fusibles de tipo "S" deben estar clasificados de O a 15, de 16 a 20, y de 21 a 30 amperes.
- Los fusibles del tipo "S" para valores diferentes en amperes no son intercambiables.
- No se deben usar cartuchos fusibles en circuitos de más de 300 volts entre conductores.
- Los cartuchos fusibles deben estar marcados con su clasificación en amperes, su clasificación en volts y el nombre o marca del fabricante.

Cortacircuitos para menos de 600 volts

Los requisitos del CNE para los cortacircuitos de menos de 600 volts son los siguientes:

- Se deben poder disparar y reponer manualmente.
- Deben tener una indicación visible de su estado de desconexión y conexión.
- Deben estar diseñados de manera que el amperaje de reposición o de disparo exija desarmarlos para efectuar otros ajustes diferentes de aquellos para los que se hayan diseñado.
- Las marcas y clasificaciones para los cortacircuitos de menos de 100 amperes deben ser durables y quedar visibles después de instalarlos.

Prueba de seguridad básica

El aspecto más importante del trabajo con fusibles y cortacircuitos es la seguridad. La seguridad es lo primero de todo. Indudablemente usted ya tiene alguna idea de los peligros que representa trabajar descuidadamente con la electricidad. Habrá escuchado historias y leído en los periódicos acerca de accidentes terribles. Si la electricidad no se maneja con respeto, puede causar daños graves y hasta la muerte. Conozca las reglas de seguridad y nunca las olvide. No se vuelva descuidado, ni siquiera en los trabajos más rutinarios en que intervenga la electricidad. No es tiempo de tomar las cosas "a la ligera".

Como regla general, cuando trabaje con la electricidad debe desenergizar (desconectar) el sistema para localizar un desperfecto. Sin embargo, algunas veces es necesario conectar nuevamente el sistema mientras se trabaja en ese problema. Por lo tanto, esté siempre atento. Entérese de si el sistema está conectado o desconectado.

Existen algunas herramientas básicas para efectuar pruebas, como las que se ilustran en la Figura 23-1.

Para estos trabajos, usted usará un ohmetro, un voltímetro, un probador de neón, un amperímetro de gancho y un VOM (abreviatura de "volt-ohm-miliamperímetro"). Ya ha leído algo sobre el ohmetro y el voltímetro en las primeras lecciones. También puede que recuerde que ha leído acerca del VOM. Este es un medidor similar, pero puede medir casi todas las características de un circuito eléctrico en una escala calibrada.

El probador de neón es un dispositivo simple que indicará una tensión de 120 volts o 240 volts por la intensidad de su brillo cuando se conecte en las terminales de carga.

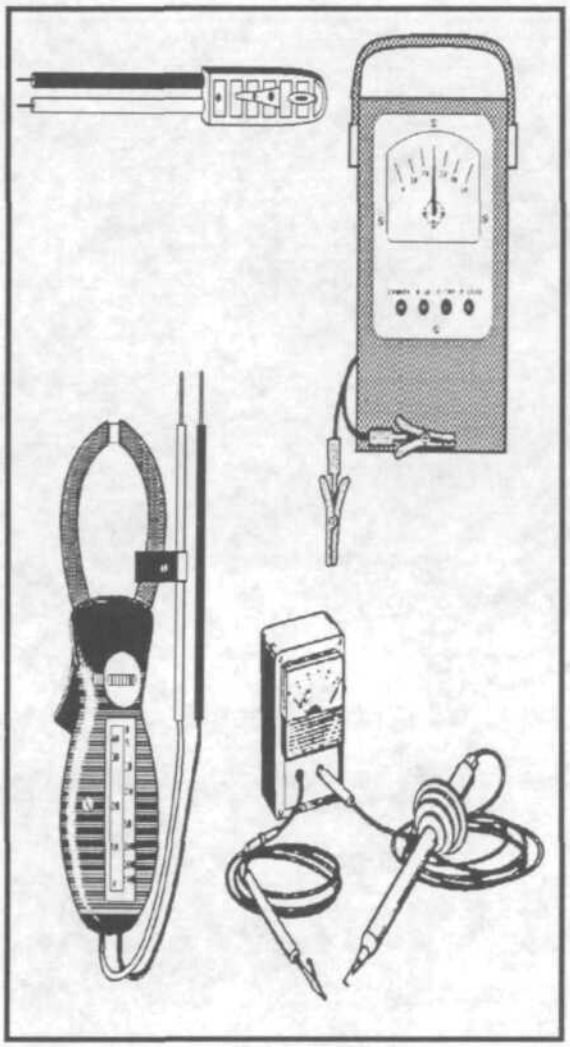


Figura 23-1. Herramientas para la localización de averías.

Cuanto más alto sea el voltaje, más intenso será el brillo. El amperímetro de gancho puede indicar lecturas precisas de corriente de un conductor vivo. También puede usar un probador de voltaje que le indicará el valor de la tensión en una escala. Sin embargo, este instrumento no es tan exacto como el voltímetro.

Si el probador indica un voltaje (120 V o 240 V) con el cortacircuitos en la posición de "desconectado" (OFF), entonces el cortacircuitos estará defectuoso o a lo mejor estará alimentado con un voltaje procedente del propio circuito del ramal sospechoso.

Para probar el cortacircuitos y el circuito del ramal sospechoso, primero debemos desconectar el conductor del cortacircuitos sospechoso. Después, tomamos el probador de voltaje o el probador de neón y tocamos con una de sus puntas la barra neutral o de conexión a tierra, y con la otra el conductor desconectado. No debe haber ninguna lectura en el probador de voltaje, ni luz en el probador de neón. Si hay, tendremos un problema grave.

Probemos ahora el cortacircuitos. Con el conductor todavía retirado del cortacircuitos, y con éste en la posición de "conectado" (ON), conectamos un extremo de una línea de prueba a la barra de conexión a tierra, y tomamos el otro extremo de la línea de prueba y tocamos brevemente el extremo de la terminal del cortacircuitos de donde se desconectó el conductor. El cortacircuitos se debe disparar. Lo que hemos hecho es aplicar un cortocircuito al cortacircuitos. Si este dispositivo no se dispara, estará defectuoso o no tendrá voltaje en el otro extremo.

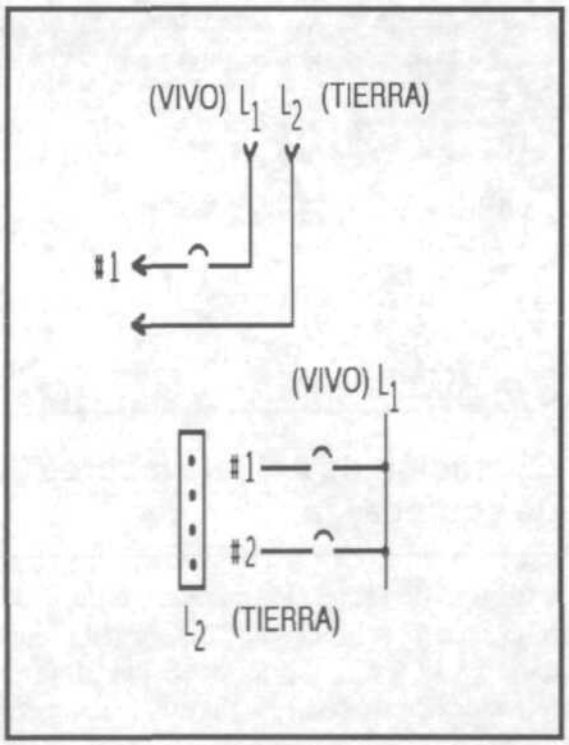


Figura 23-2. Diagrama esquemático de prueba de un cortacircuitos.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V *si considera verdadera la afirmación, o la letra* F *si la considera falsa.*

1. El Código Nacional Eléctrico de los Estados Unidos es un reglamento relacionado con la seguridad.	F	V
2. El Código Nacional Eléctrico establece la reglas y normas que se deben cumplir en aquel país cuando se trabaja con material mecánico.	F	V
3. El aspecto más importante del trabajo con fusibles y cortacircuitos es la seguridad.	F	V
4. Como regla general, cuando se trabaja con electricidad se puede hacer con energía.	F	V
5. Para probar el cortacircuitos y el circuito de un ramal que se sospecha que está defectuoso, primero se debe desconectar el conductor del cortacircuito sospechoso.	F	V

Respuestas

1. V 2. F (Cuando se trabaja con material eléctrico.) 3. V 4. F (Se debe desenergizar el sistema.) 5. V

Operación de lOS relevadores de Sobrecarga

Otro tipo de protección para circuitos es el relevador de sobrecarga. Como usted recordara, en la lección anterior se describía el relevador de sobrecarga. En esta lección conocera un poco mas sobre dicho dispositivo.

La mayoría de los relevadores de sobrecarga funcionan activados por calor. La unidad de sobrecarga es sensible al calor del circuito, y está conectada en serie con el motor. Existen varios tipos de relevadores de sobrecarga que se usan en la industria de refrigeración y aire acondicionado. Estos son los dispositivos bimetálicos para sobrecargas, los dispositivos magnéticos para sobrecargas, el elemento protector de estado solido para motores, el relevador de cerrojo y el relevador térmico para sobrecargas. En la Figura 23-3 se ilustran estos componentes.

Los relevadores de sobrecarga trabajan según el principio de la soldadura fundida, la dilatación de los elementos bimetálicos y los campos magnéticos. El dispositivo para sobrecargas que trabaja con la soldadura fundida contiene una rueda de trinquete que se mantiene en su lugar por medio de la soldadura de estaño. Se monta una rueda con muescas en un eje. El eje no puede girar porque no lo permite la soldadura. Se enrolla un elemento calefactor eléctrico alrededor del tubo y la corriente fluye por dicho elemento.

Cuando la corriente alcanza un valor demasiado alto, el elemento calefactor produce suficiente calor para fundir la soldadura y, de este modo, el eje queda libre para hacer girar la rueda. La rueda mantiene cerrados un jue-

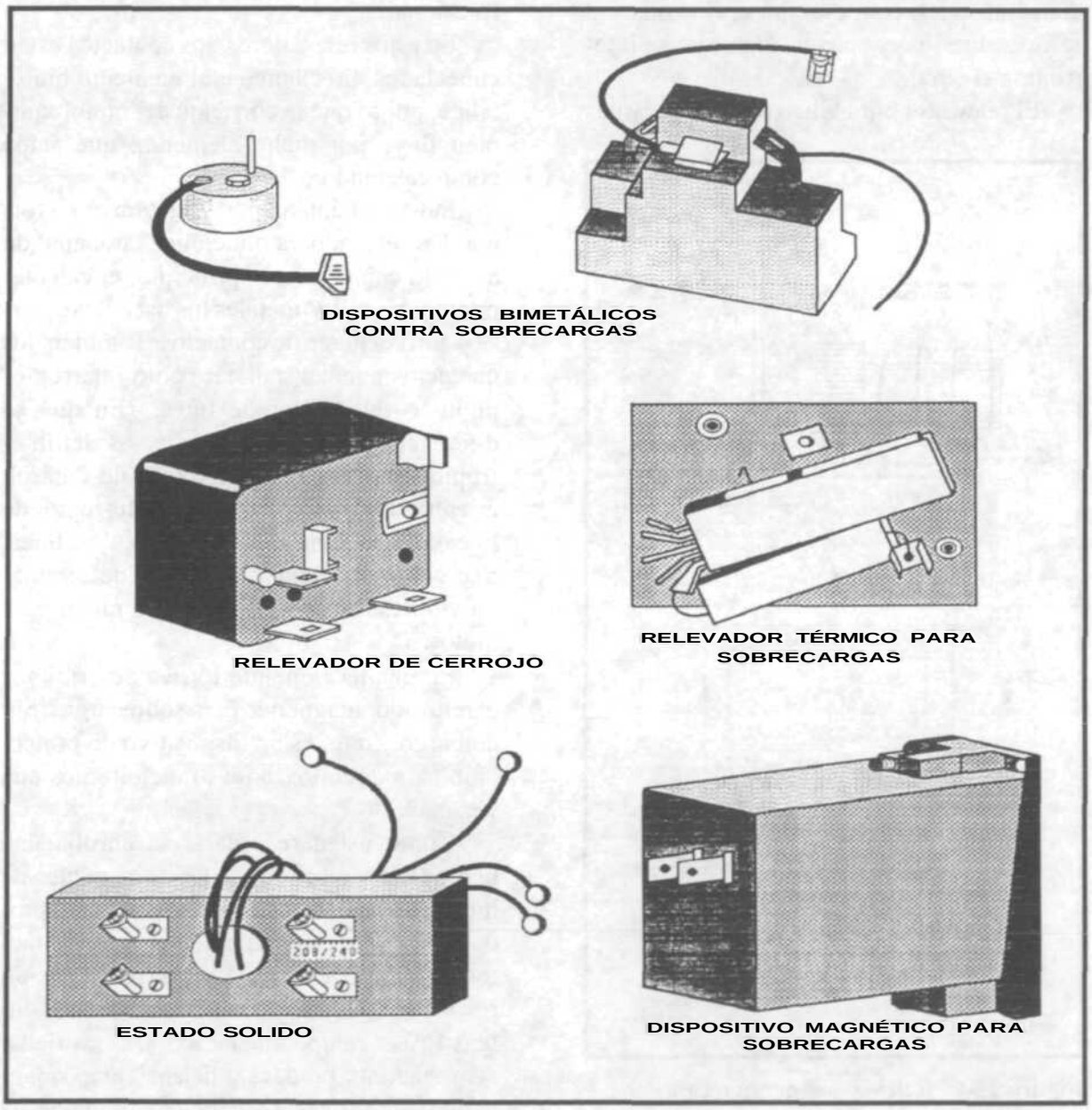


Figura 23-3. Dispositivo de protección de relevadores de sobrecarga.

go de contactos. Cuando gira, el resorte produce la apertura de los contactos, con lo cual se abre el circuito. En la Figura 23-4 (A) se ilustra este proceso.

El dispositivo bimetálico para sobrecargas usa una tira bimetálica (es decir, dos metales unidos, como sin duda usted recordará). Este dispositivo mantiene cerrados mecánicamente los contactos accionados por resorte. Si fluye demasiada corriente por el elemento calefactor, esta tira se flexiona y el resorte abre los contactos. Con esto se interrumpe el circuito.

El relevador bimetálico para sobrecargas se puede ajustar para reposición manual o automática. De este modo, es más práctico que el del tipo de soldadura fundida. La Figura 23-4(B) es un dibujo esquemático que muestra cómo trabaja el relevador bimetálico.

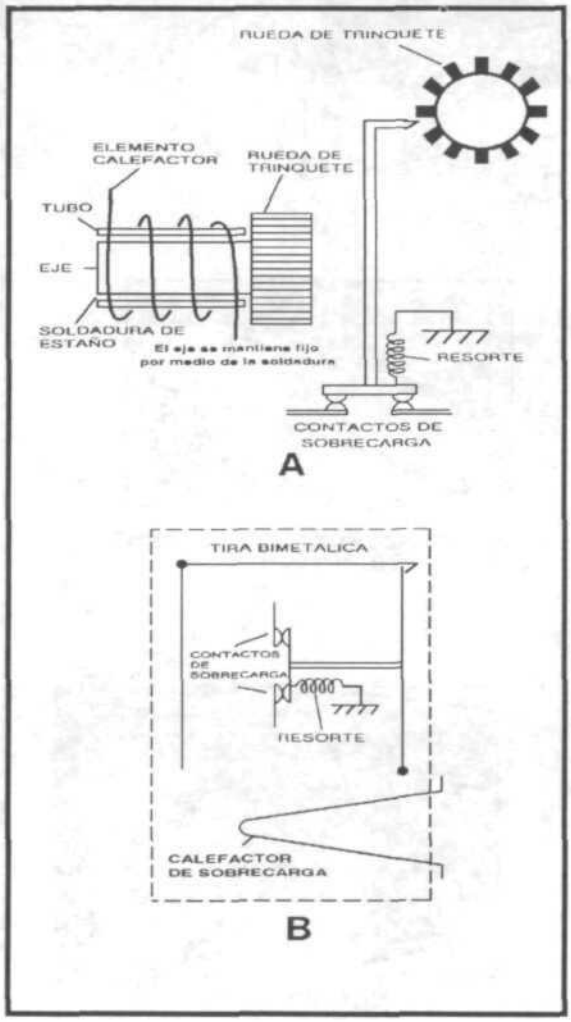


Figura 23-4. Relevadores de sobrecarga. Relevador de sobrecarga de fusión de soldadura *(A).* Relevador de sobrecarga bimetálico (B).

Algunos relevadores bimetálicos para sobrecargas emplean un disco bimetálico en lugar de una tira. El resultado es el mismo, pero se puede reducir el tamaño del relevador para usarlo en motores monofásicos de potencia fraccionaria.

En estos relevadores, los contactos están conectados directamente al elemento bimetálico, por lo que la corriente del motor también fluye por dicho elemento, que actúa como calentador.

Independientemente de su tamaño o forma, los relevadores bimetálicos trabajan de acuerdo con el mismo principio: el calentamiento de los dos metales los hace flexionarse y abrir el juego de contactos. También, los contactos pueden trabajar como interruptor piloto o interruptor de línea. ¿En qué se diferencian? En que los contactos del interruptor piloto abren el circuito de control, mientras que los contactos del interruptor de línea abren el circuito del voltaje de línea. Sea como sea, son protectores de circuito muy útiles, especialmente en un ramal para motor.

En una lección anterior, ya describimos el relevador magnético para sobrecargas. Sin embargo, como es un dispositivo de protección para circuitos, aquí lo incluiremos una vez más.

Como usted recordará, se enrolla una bobina de alambre alrededor de un núcleo de hierro. La corriente fluye por la bobina, produciendo un campo magnético. Los contactos se mantienen cerrados por medio de un resorte. Cuando aumenta la corriente, se intensifica el campo magnético. Una rorriente demasiado alta produce suficiente campo magnético para atraer los contactos y vencer la tensión del resorte. Los contactos se abren y el circuito se interrumpe.

La bobina de sobrecarga está conectada en serie con el devanado del motor, de manera que la corriente que circula por el motor también lo hace a través de la bobina. Los dispositivos magnéticos para sobrecargas contienen contactos de interruptor piloto y pueden tener sistemas de reposición automáticos o manuales.

El relevador de cerrojo es un tipo de relevador magnético contra sobrecargas que impide la conexión del motor una vez que se ha detenido. Esto tiene la finalidad de proteger el motor contra las oleadas de potencia durante una falla de energía. Los contactos de este relevador están normalmente cerrados. Se encuentran conectados en serie con los contactos del interruptor de sobrecarga y presión. La bobina del relevador se conecta en serie con la bobina del contactor. El relevador de cerrojo es un buen ejemplo para mostrar cuántos dispositivos de protección trabajan juntos en un sistema.

En la Figura 23-5, el relevador de cerrojo está conectado con otros dispositivos contra sobrecargas. Cuando se abren los contactos del dispositivo de sobrecarga, se abren los contactos del relevador de cerrojo. No se cerrarán hasta que no se ponga nuevamente en marcha el compresor, ni aun cuando se restablezca la energía.

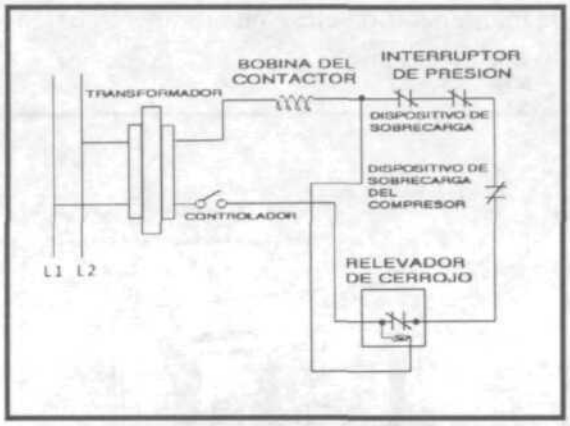


Figura 23-5. Diagrama de alambrado del relevador de cerrojo.

Ejercicio de Autoevaluación

Excriba en los espacios vacíos el término que jalla para completar las siguientes afirmaciones.

1. Un tipo de protección para circuitos es el_____de sobrecarga.
2. Los relevadores de sobrecarga trabajan de acuerdo con el principio de la soldadura fundida, la dilatación de los elementos bimetálicos y los_____.
3. El relevador bimetálico para sobrecargas se puede reponer a_____o automáticamente.
4. La bobina de sobrecarga está conectada_____con el devanado del motor, de manera que la corriente que circula por el motor también lo hace a través de la bobina.
5. Todos los relevadores de sobrecarga se usan para_____un motor o un compresor en un sistema eléctrico.

Respuestas

1. relevador 2. campos magnéticos 3. mano 4. en serie 5. proteger

Cualquiera que sea su diseño, todos los relevadores de sobrecarga se usan para proteger un motor o un compresor en un sistema eléctrico. El exceso de corriente produce calor en el motor y en el sistema. El calor puede arruinar un motor. El motor es el elemento principal, o "corazón", de la industria de la refrigeración y el aire acondicionado. Como técnico experto en RAA, usted se encargará de mantener toda clase de motores trabajando correctamente.

Dispositivos de protección activados por presión

Otra clase de dispositivo de protección que se usa en la industria de refrigeración y aire acondicionado es el control de presión. Este es un dispositivo interruptor que se utiliza para poner fuera de servicio el motor del compresor cuando las presiones alcanzan un punto predeterminado.

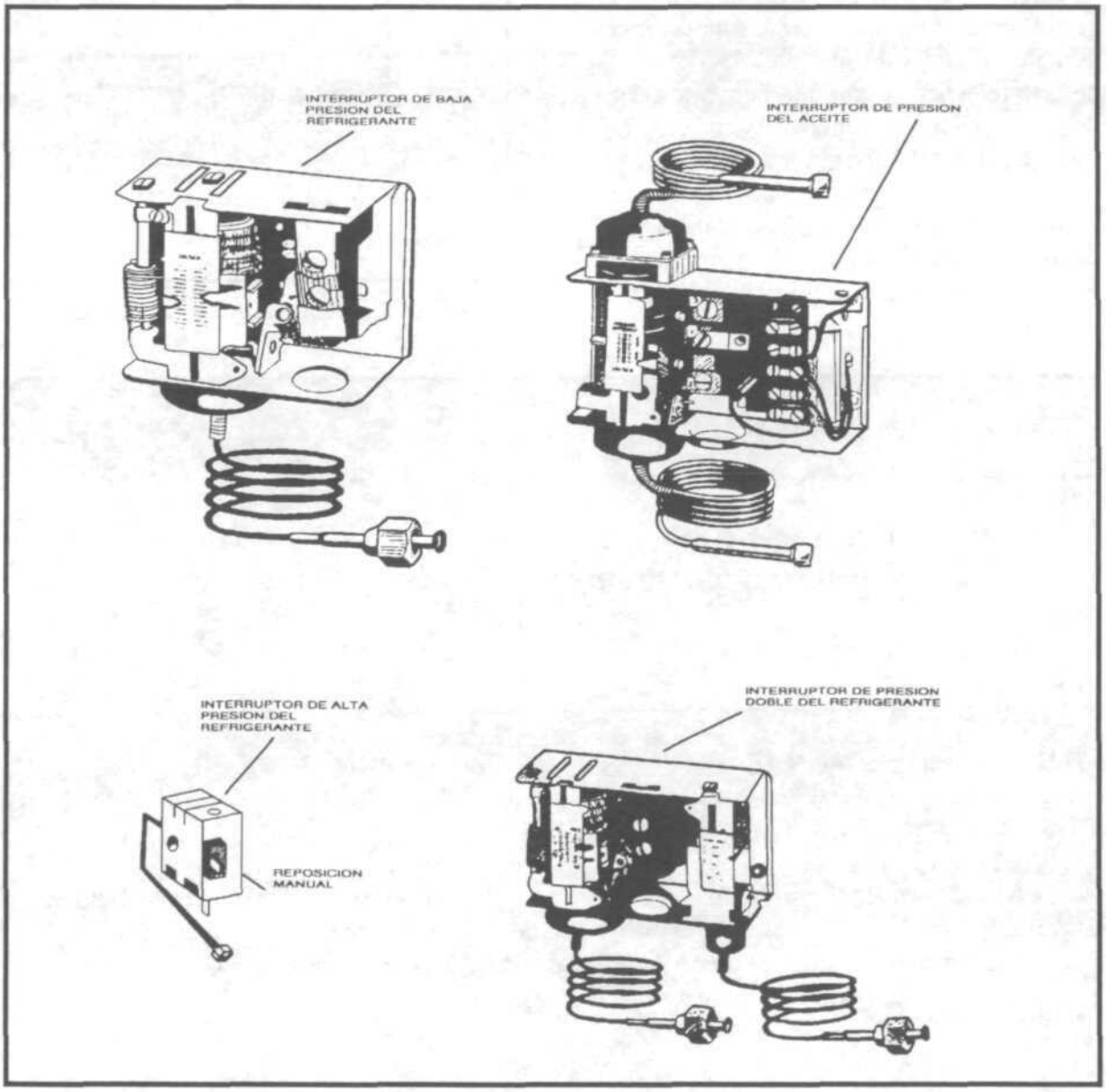


Figura 23-6 Dispositivos de protección activados por presión.

Básicamente, los controles de presión paran el motor del compresor cuando la presión del sistema se eleva demasiado o baja mucho. Por lo tanto, el tipo de control en un sistema puede ser para baja presión, para alta presión o para ambas presiones. Consideremos los tipos de dispositivos de protección de presión que se emplean comúnmente en la industria.

Los principales tipos de dispositivos de protección activados por presión con que usted trabajará son:

- el interruptor de presión de aceite
- el interruptor de presión doble
- el interruptor de baja presión
- el interruptor de alta presión

En la Figura 23-6 se ilustran todos los interruptores antes mencionados. Puede consultar esta ilustración mientras lee la descripción de cada dispositivo.

El control de seguridad para aceite se usa para obtener la protección del compresor contra la presión baja del aceite lubricante. Un interruptor integrado de retardo de tiempo permite elevaciones y descensos de la presión del aceite por cortos intervalos. Esto evita el inconveniente de las interrupciones del sistema cuando cambia la presión del aceite durante el ciclo de marcha y al arrancar el compresor.

El interruptor de seguridad para aceite

Este interruptor se activa mediante una diferencia de presión. Mide la diferencia entre la presión de succión y la presión ejercida por la bomba de aceite. El interruptor detiene la marcha del compresor si la bomba de aceite no mantiene la presión del lubricante fijada en el control.

Siga las recomendaciones del fabricante durante la instalación. Normalmente, la línea de presión de aceite (bomba de aceite) está unida a la conexión de presión marcada "OIL" (aceite), y la línea del cárter de la unidad de motor y compresor está unida a la conexión de presión marcada "LOW" (baja). Los controles de seguridad para aceite están clasificados solamente para servicio piloto.

Los controles de baja presión del refrigerante se conectan al lado de baja del compresor. Están ajustados para detener el compresor si la presión en el lado de baja desciende más allá del nivel deseado. El propósito del control de baja presión en los sistemas de acondicionamiento de aire es evitar que la temperatura del serpentín del evaporador descienda más abajo que la temperatura a la cual puede ocurrir la congelación.

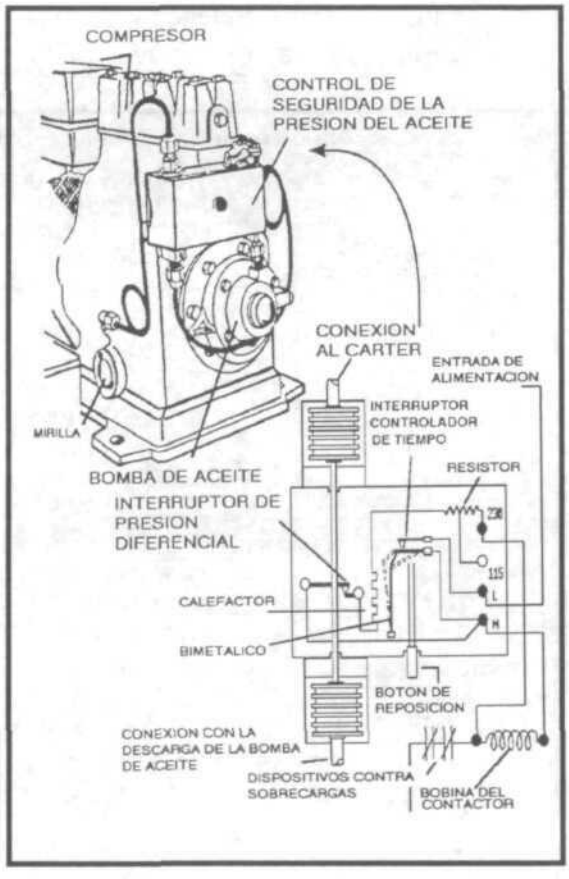


Figura 23-7. Interruptor de seguridad de presión de aceite.

Si se congela el evaporador, el compresor se sobrecalienta por la escasez de refrigerante. Puede poseer un sistema de reposición manual o automático.

En la refrigeración, los controles de baja presión se usan como control de temperatura para la caja, y algunas veces controlan la descongelación. El diagrama de la Figura 23-8 muestra un interruptor de baja presión conectado en un sistema de refrigeración.

El control de alta presión se conecta en el lado de alta del sistema de refrigeración. Este control detiene el motor del compresor cuando la presión de descarga excede el ajuste del control. La alta presión se puede producir por demasiado poco enfriamiento del condensador o por demasiada carga en el refrigerante.

También se puede producir por un condensador sucio, un ventilador de condensador defectuoso, por insuficiencia de agua en el condensador enfriado por este líquido o quizá porque haya aire en las líneas de refrigerante. Todas estas condiciones pueden causar presiones peligrosamente altas. El control se conecta en el lado de alta del sistema, de manera que no se pueda descargar con una válvula.

Si se usa la reposición automática, el motor del compresor arrancará nuevamente cuando la presión regrese al valor normal. Los contactos del control de alta presión se cierran automáticamente y restablecen la energía en el circuito del compresor.

El restablecimiento, o reposición, automático permite la desconexión del control de alta presión del equipo, y que éste continúe proporcionando cierto grado de enfriamiento mientras se arregla la condición de alta presión. Sin embargo, el equipo se puede dañar si sigue trabajando. Por esta razón también se emplea la reposición manual en el controlador de alta presión. Consulte el diagrama de la Figura 23-8 (B).

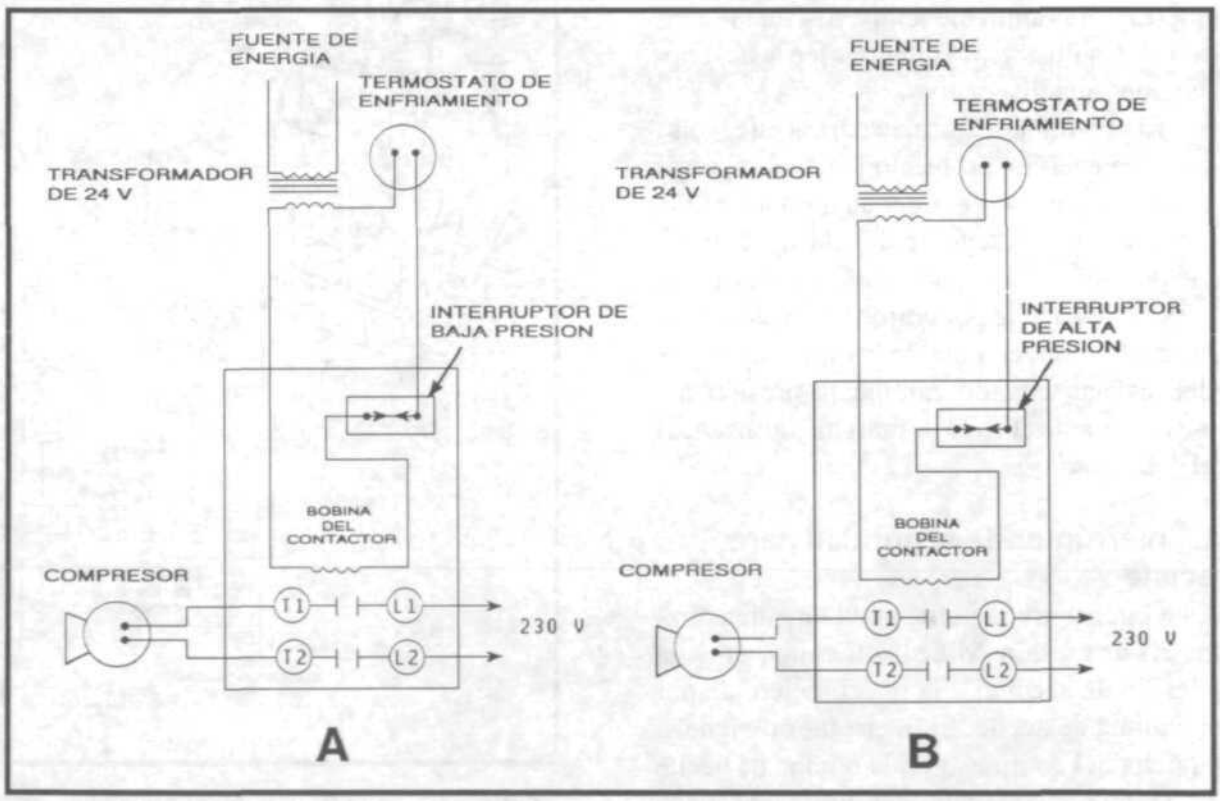


Figura 23-8 Diagrama de alambrado de un interruptor de baja presión *(A)* y diagrama de alambrado de un interruptor de alta presión *(B)*.

Cuando se incorporan controles de alta presión y baja presión en un solo alojamiento de control, el dispositivo recibe el nombre de control de presión doble, o control de presión alta y baja.

El control de presión doble proporciona ahorro de espacio, dinero y alambrado. Los controles funcionan independientemente uno del otro. Se conectan bien en el circuito principal, bien de manera que interrumpan la energía que alimenta al compresor. En la Figura 23-9 se ilustra el diagrama de alambrado de un interruptor de presión doble.

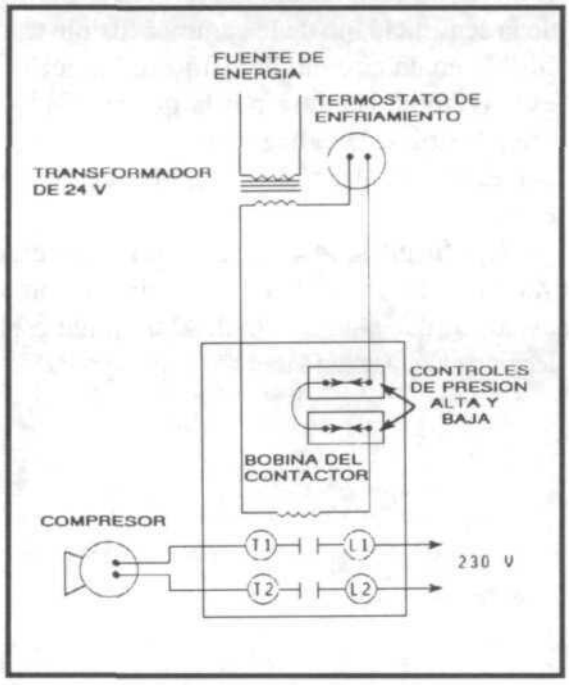


Figura 23-9. Diagrama de alambrado del interruptor de presión doble.

Localización de averías

Hasta este punto, usted ha aprendido qué importante es proteger un circuito contra excesos de corriente, calor y cortocircuitos. Para comprender mejor los dispositivos que ha estudiado en esta lección, tomemos algunos ejemplos de problemas que puede encontrar al trabajar como técnico en refrigeración y aire acondicionado.

Comprobación de un relevador de estado sólido

Supongamos que se han solicitado sus servicios para revisar una instalación y encuentra que el circuito del motor del compresor está abierto. Aparentemente ha habido una sobrecarga. Este es un sistema de refrigeración con un protector de relevador de estado sólido para el motor. Una de sus tareas consiste en comprobar el relevador para determinar si se halla en buen estado o si está defectuoso.

Para este trabajo usted necesitará dos alambres para puente y gafas de seguridad. Primero debe dejar que se enfríe el motor del compresor, para después desconectar la electricidad del sistema.

Una vez que haya dejado enfriar el motor (y con la electricidad desconectada, no lo olvide), conecte los puentes entre las terminales del control, como se muestra en la Figura 23-10.

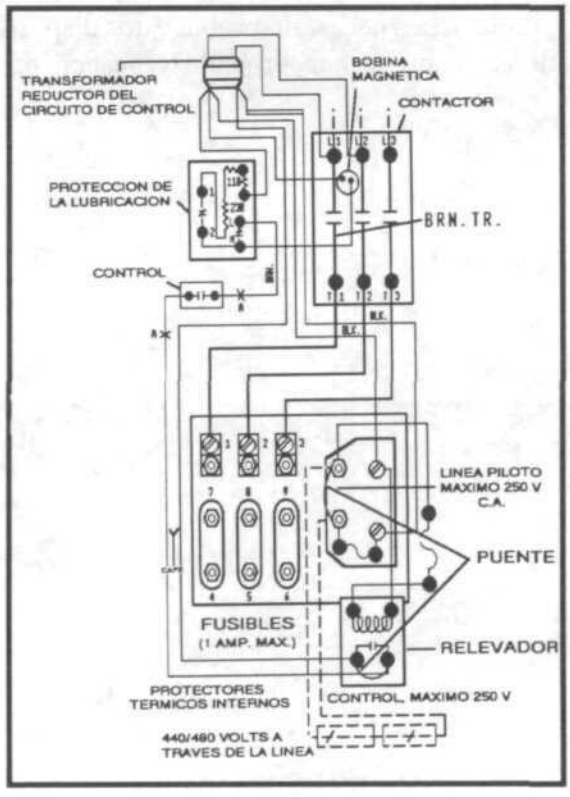


Figura 23-10. Puente entre terminales.

Conecte nuevamente la corriente y ponga en marcha el sistema. Si no funciona el motor, el problema NO se encuentra en el relevador de estado sólido. Ahora debe comprobar el resto del sistema.

Si trabaja el motor, desconecte nuevamente la corriente y retire el cable de puente. Ahora conecte una vez más la electricidad y ponga en marcha el sistema. Si no funciona el motor, puede cambiar el relevador.

¿Todo terminado? ¡Muy buen trabajo! Usted manejó muy bien esta situación, aunque nos lo digamos nosotros mismos. Nos alegra descubrir que tiene talento para esta clase de problemas. Una vez que se haya ganado sus alas como técnico en refrigeración y aire acondicionado, se encontrará comprobando una gran cantidad de motores.

Los dispositivos de protección se instalan en el circuito para mantenerlo funcionando correctamente, y para que su operación sea segura. Por lo tanto, cuando aparece un problema, es necesario probar estos dispositivos. Si no se han probado y acaban por resultar defectuosos, terminará usted dedicando mucho más tiempo a ese trabajo. Recuerde que su tiempo es muy valioso. Tómese un momento al principio para comprobar un fusible, un relevador, un cortacircuitos o un controlador. Puede estar seguro de que a la larga ahorrará tiempo y dinero.

También hay muchos problemas eléctricos con los que se tendrá que encarar en su trabajo. Estos problemas se pueden resolver simple y rápidamente una vez que usted conozca cómo. Sólo asegúrese siempre de tratar de analizar la causa del problema. Es fácil cambiar un fusible. Sin embargo, en interés de la seguridad, no debe cambiar fusible tras fusible en un circuito defectuoso. En vez de eso, averigüe la causa por la que se funden estos fusibles. Localice el motivo de la falla del equipo y arréglelo antes de reparar el equipo.

Los fusibles, los cortacircuitos, los relevadores y los controladores funcionan como avisos de que algo está mal. Al terminar esta lección deberá usted saber cómo interpretarlos.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Control de seguridad que se usa para obtener la protección del compresor contra baja presión del aceite lubricante. _____
2. Tipo de control que se conecta en el lado de baja presión del compresor. _____
3. Nombre que recibe el dispositivo de control cuando se incorporan controles de alta y baja presión. _____
4. Elementos que se instalan en los circuitos para mantenerlos funcionando correctamente y para que su operación sea segura. _____
5. Elementos que se comportan como avisos de que algo está mal en un sistema eléctrico. _____

a. control de baja presión del refrigerante
b. dispositivos de protección
c. control de seguridad para aceite
d. fusible, cortacircuitos y relevadores
e. control de presión doble

Respuestas

1. c 2. a 3. e 4. b 5. d

Resumen

En esta lección habrá averiguado lo que es y para qué sirve el Código Nacional de los Estados Unidos. Este reglamento nacional de seguridad para el trabajo con material eléctrico es obra de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios y, aunque no es obligatorio más que en Estados Unidos, tiene el interés de proceder de uno de los países con mayor experiencia en ese terreno. También conocerá en detalle la operación de un relevador de sobrecarga, basada en el principio de la soldadura fundida, la dilatación de

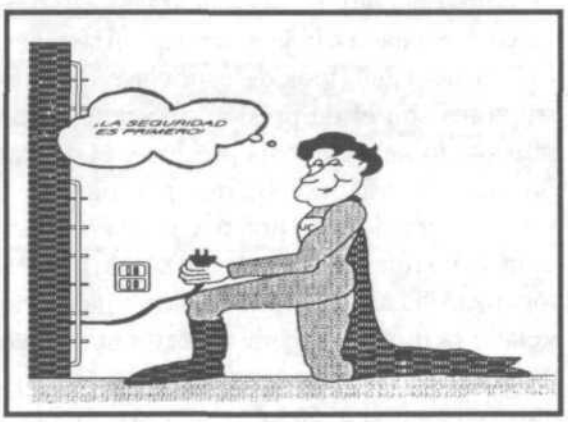


Figura 23-11. Trabajar seguramente con la electricidad significa no tener que lamentarse nunca.

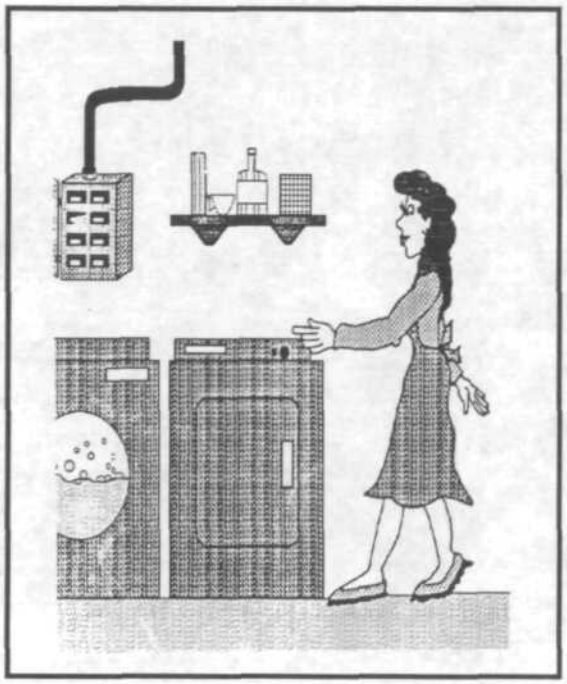
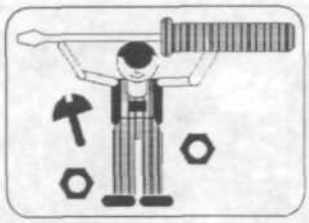


Figura 23-12. La mayoría de las casas modernas están equipadas con **cortacircuitos,** en lugar de fusibles.

los elementos bimetálicos y los campos magnéticos. El relevador de cerrojo es uno de los tipos de relevador de sobrecarga más sugestivos, pues sirve para proteger el motor contra las oleadas de potencia durante una falla de energía. Se habrá ya familiarizado, igualmente, con una importante familia de dispositivos de protección en la industria: los activados por presión. Estos controles detienen el motor del compresor cuando la presión se eleva demasiado o baja mucho en un sistema. Los principales tipos de esta clase de interruptores son el de presión de aceite, el de presión doble, el de baja presión y el de alta presión. Habrá descubierto, por último, a través de un ejemplo práctico (la comprobación de un relevador de estado sólido), cómo localizar las averías. Todo esto le habrá revelado la importancia de detectar el motivo de la falla del equipo, así como su arreglo, antes de reparar el equipo. En otras palabras. los dispositivos de protección son avisos de un mal y no el propio mal.



Tareas Prácticas

Conocimiento del código eléctrico de su país

Materiales que usted necesitará

- Un ejemplar del Código Nacional Eléctrico de su país

Información previa

La instalación de un equipo depende, por supuesto, del tipo de producto y del sistema en cuestión. Las instrucciones del fabricante prescriben los procedimientos específicos que deben seguirse, pero hay algunos factores que son comunes a casi cualquier situación.

En todos los países existen leyes establecidas en forma de códigos, ordenanzas o códigos que regulan la forma de instalar los equipos, así como los materiales a utilizaren dicha instalación. Algunos códigos o normas se relacionan con el diseño y comportamiento del producto, con su aplicación o con consideraciones de seguridad. Otros códigos regulan las fases de instalación.

En los Estados Unidos existe el CNE (Código Nacional Eléctrico), auspiciado por la NFPA (Asociación Nacional de Protección contra Incendios, por sus siglas en inglés). El código original fue elaborado en 1897 como un esfuerzo unido de varias industrias: de seguros, eléctricas y arquitectónicas. Su intención es lograr la aplicación e instalación apropiada de los aparatos eléctricos.

Cada país posee su propio código nacional, algunos de los cuales han sido tomados del CNE y adecuados debidamente a las necesidades del país.

Lo que usted deberá hacer

Obtendrá un ejemplar del Código Nacional Eléctrico de su país y se familiarizará completamente con su alcance y con la forma de encontrar cualquier información que éste contenga.

Procedimiento

1. En la delegación del ministerio (o secretaría) de Industria, Comercio, etc., de su localidad investigará si en su país existe algún código nacional eléctrico.
2. Establecida la existencia del código nacional eléctrico, obtendrá un ejemplar del mismo y lo estudiará cuidadosamente, verificando si éste es de cobertura nacional, regional o solamente local.
3. Verificará si usted requiere alguna licencia de la autoridad competente para ejercer como técnico de servicio, así como para efectuar instalaciones y reparaciones eléctricas propias de la industria del aire acondicionado y refrigeración.
4. Tratará de averiguar si el código eléctrico lo remite a otros códigos relacionados con la industria de la refrigeración y aire acondicionado.
5. Se familiarizará con el alcance del código y obtendrá la habilidad necesaria para localizar en éste la información que usted necesite.

Conclusiones

¡Recuerde! Las normas sirven de guía para manejar el comportamiento y confiabilidad de un sistema, pero los códigos y ordenanzas son reglas oblgatorias que deben ser cumplidas puntualmente.

...y después, ¿qué sigue?

¿Cómo se levanta el equipo pesado? ¿Quiénes descubrieron el efecto de la magnetita? ¿Cómo podemos saber qué extremo del imán es el polo norte? ¿Qué tienen que ver los motores con los solenoides? ¿Qué es el conmutador? ¿Qué es un magnetomotor? ¿Qué es el motor en derivación? ¿Qué es un motor de excitación mixta?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. El Código Nacional Eléctrico de los Estados Unidos trata sobre

a. electricidad **llo**
b. seguridad
c. magnetismo
d. resistencia

2. Uno de los requisitos del CNE para los cortacircuitos de menos de 600 volts es

a. poderse disparar y ajustar automáticamente
b. poderse disparar y ajustar mecánicamente
c. poderse disparar y ajustar electrónicamente
d. poderse disparar y ajustar manualmente

3. El probador de neón es un dispositivo simple que, por la intensidad de su bri- cuando se conecta en terminales que llevan carga, indica una tensión de

a. 120 o 240 volts
b. 115 o 230 volts
c. 110 o 220 volts
d. 220 o 440 volts

4. Un cortacircuitos se puede probar con un probador de voltaje o un probador de

a. amperaje
b. wattaje
c. neón
d. resistencias

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Calificación

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Clave de Lección L423

5. Los relevadores de sobrecarga trabajan de acuerdo con el principio de la soldadura

a. aplicada
b. de plata
c. fundida
d. de estaño

6. Algunos relevadores bimetálicos para sobrecargas emplean un disco bimetálico en lugar de

a. una placa
b. una tira
c. un cilindro
d. un tubo

7. En un relevador magnético para sobrecargas, los contactos se mantienen cerrados por medio de un

a. resorte
b. tornillo
c. imán
d. punto de soldadura

8. Básicamente, los controles de presión paran el motor del compresor cuando la presión del sistema se eleva demasiado o

a. está constante
b. tiene un nivel medio
c. sube y baja
d. baja mucho

9. El interruptor de seguridad para aceite mide la diferencia entre la presión de succión y la presión producida por

a. el compresor
b. el presostato
c. la bomba de aceite
d. el termostato

10. El control de presión doble proporciona ahorro de espacio, dinero y

a. tiempo
b. alambrado
c. corrienteeléctrica
d. presión

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. Seguridad....4
3. Magnetismo....6
4. Motores y generadores de CD....10
5. Resumen....18
6. Tareas prácticas....19
7. Examen..., ...21

Motores eléctricos
(Primera parte)

L424 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Seguridad, 4
Reglas de seguridad, 5

Magnetismo, 6
Electromagnetismo, 7
Solenoides, 9

Motores y generadores de CD, **10**
Magnetomotores, **12**
Motores de CD en serie, **15**
Motores de CD en derivación, **16**
Motores de CD de excitación mixta, 17

Resumen,18

Tareas prácticas:
Energía eléctrica por magnetismo, **19**

Examen, **21**

Introducción

Como vimos anteriormente, la electricidad puede ser producida por diferentes medios: acción química, presión, calor, luz y magnetismo. La electricidad a la que estamos acostumbrados es la producida por un generador que utiliza el magnetismo como principio de operación. Esta electricidad, a su vez, hace funcionar los diversos tipos de motores que se emplean en los equipos de refrigeración y aire acondicionado.

Si el magnetismo hace funcionar estos motores, ¿qué es exactamente el magnetismo? En esta lección hablaremos de ello. Conoceremos lo que es y cómo se usa para hacer funcionar los motores. También hablaremos de diversas clases de motores que se fabrican para hacer funcionar los ventiladores, las bombas y los compresores de un sistema de refrigeración y aire acondicionado, con especial atención a los motores de corriente directa.

Definiciones y descripciones

Ofrecemos a continuación una relación de palabras y frases utilizadas con respecto a los motores eléctricos que se estudian en esta lección. Quizá ya conozca algunas de ellas gracias a lecciones anteriores, pero no hará ningún daño revisarlas.

ARMADURA *(armature).* La parte que rota en un generador o motor.

BOBINA DE CAMPO *(field coils).* Electroimanes, en el exterior de la armadura, que se usan para crear un campo magnético en un motor o generador.

BOBINA DE RECORRIDO *(run winding).* Bobina eléctrica de un motor eléctrico que toma ojala corriente durante todo el ciclo de recorrido.

CABLE A TIERRA *(ground wire).* Cable que va del armazón de un aparato eléctrico a tierra.

CAMPO MAGNÉTICO *(magnetic field).* Área que contiene una fuerza magnética.

CONMUTADOR *(commutator).* Conductor circular dividido en dos o más secciones que invierte el flujo de energía a una armadura de rotación.

CORRIENTE DIRECTA *(direct current).* Electricidad en que los electrones fluyen continuamente en una misma dirección.

ELECTROIMÁN *(electromagnet).* Imán que se hace pasando corriente a través de un conductor.

ESCOBILLA *(brush).* Contacto de carbón que transmite corriente entre la armadura y los circuitos externos al limpiar el conmutador.

ESTATOR *(stator).* La parte del motor que contiene las bobinas y que no da vuelta.

GENERADOR *(generator).* Convertidor de energía mecánica en energía eléctrica.

IMÁN *(magnet).* Algo con un campo magnético que atrae el hierro, el acero y ciertas aleaciones de hierro.

IMÁN DE BARRA *(bar magnet).* Imán con un polo de signo diferente en cada extremo de una barra de metal.

IMÁN PERMANENTE *(permanent magnet).* Objeto que posee su propio campo magnético.

INERCIA *(inertiá).* Fuerza que mantiene en movimiento a un objeto móvil y sin moverse a un objeto inmóvil.

LINEAS DE FUERZA *(lines of forcé).* Trayectoria del magnetismo.

MAGNETISMO *(magnetism).* Fenómeno físico en el cual se repelen los polos iguales de un imán y se atraen los polos diferentes.

MAGNETISMO INDUCIDO *(induced magnetism).* Magnetismo producido generalmente en metales, como el hierro, a partir de otro campo magnético.

MAGNETO MOTOR *(permanent magnet motor).* Motor que emplea una armadura e imanes permanentes para que haya campo magnético.

MOTOR DE EXCITACIÓN MIXTA *(compound motor).* Motor que tiene una bobina de campo en derivación y una bobina de campo por devanado en serie que van hacia la armadura. Tiene características tanto de un motor en derivación como de un motor en serie.

MOTOR DE EXCITACIÓN MIXTA ADITIVA *(cumulative compound motor).* Motor de excitación mixta en el que el campo magnético de las bobinas en serie ayuda al campo magnético de la bobina en derivación.

MOTOR DE FASE DIVIDIDA *(split-phase motor).* El que tiene bobinas de arranque y de recorrido.

MOTOR EN DERIVACIÓN *(shunt motor).* Motor que tiene las bobinas de campo en derivación o en paralelo con la armadura.

MOTOR EN SERIE *(series motor).* Motor que tiene las bobinas de campo en serie con la armadura.

PAR DE ROTACIÓN *(torque).* Fuerza que tiende a provocar rotación o torsión, y que generalmente se aplica a la energía de arranque de un motor eléctrico.

POLO *(pole).* Área de líneas de tuerza concentradas.

RELEVADOR *(relay).* Pequeño aparato electromagnético que sirve para controlar un interruptor, un motor o una válvula. También se llama relé.

RESISTOR *(resistor).* Componente eléctrico o electrónico con oposición específica al flujo de electrones.

TIERRA (ELÉCTRICA) *(ground eléctrical]).* Circuito o curso para que el flujo de electrones vaya a a la tierra.

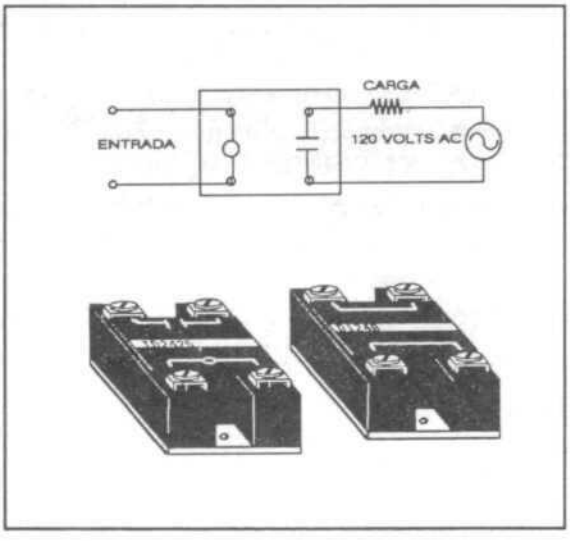


Figura 24-1 Los relevadores controlan interruptores, motores o válvulas.

Seguridad

Todo el que trabaja con equipo eléctrico se enfrenta al peligro siempre presente de las descargas eléctricas y las quemaduras. Hay ocasiones en que no podemos arreglar todos los circuitos con la corriente desconectada. Tenemos que conocer métodos seguros para arreglar los circuitos eléctricos con corriente.

Las descargas eléctricas suceden cuando usted se convierte en parte del circuito. Si fluye electricidad por el cuerpo, se puede dañar el corazón. Una corriente demasiado elevada puede impedir que el corazón bombee. Esto sería fatal si el corazón no se pusiese a funcionar inmediatamente de nuevo. Sería buena idea que usted pensara en tomar un curso de primeros auxilios que incluyese métodos cardiopulmonares para salvar la vida.

Figura 24-2 La gente que trabaja con electricidad debe aprender las técnicas cardiopulmonares de socorrismo para cualquier emergencia.

Emplee con precaución los taladros eléctricos con armazones de metal. Estos aparatos manuales tienen una energía eléctrica potencial que sólo está esperando a que haya un camino por el cual fluir. Que ese camino no sea su cuerpo.

Los aparatos eléctricos deben tener un cable conectado a tierra en el cordón tomacorriente. Este cable a tierra es un elemento de protección. El motor del taladro puede trabajar sin él, pero hacerlo no es seguro. Quizás desee usar un adaptador de tres a dos clavijas en lugares de trabajo en que el contacto de la pared sólo tiene dos conexiones cuando su motor del taladro tiene una clavija de tres.

Este adaptador tiene un tercer cable para conectar a tierra y proteger contra un posible choque eléctrico. Aunque asegure este cable debajo del tornillo de la placa de la pared, quizás todavía no esté protegido si el tornillo termina en una caja sin conexión a tierra clavada en una pared de madera, como se muestra en la Figura 24-3.

Las quemaduras eléctricas pueden provenir de un arco eléctrico como en el caso de un cortocircuito a tierra. Por ejemplo, tal vez se caiga un desarmador cuando esté trabajando en un tablero y la hoja del desarmador complete un circuito a tierra. Las quemaduras eléctricas suceden cuando los relojes y los anillos entran en contacto con los circuitos eléctricos vivos. Los motores que impulsan los ventiladores, los compresores y las bombas son muy potentes. Deben considerarse peligrosos. La ropa puede atorarse fácilmente en una polea o acoplamiento del motor. Hasta un pequeño taladro eléctrico manual puede atrapar su corbata antes de que pueda detenerlo.

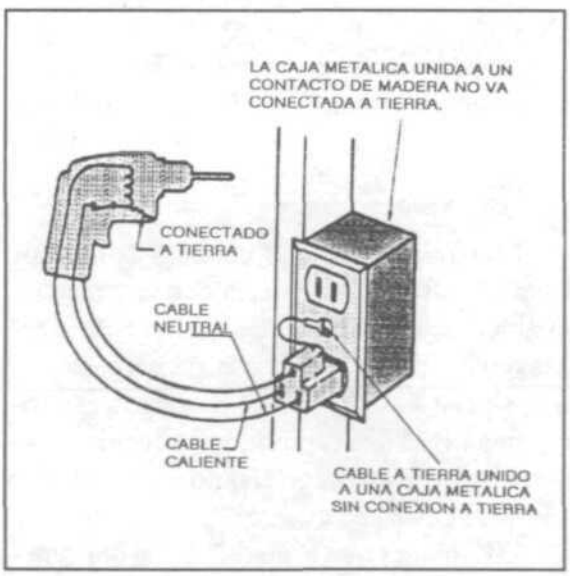


Figura 24-3 Tomacorriente de tres contactos conectado a una caja metálica de salida sin conexión a tierra.

Hay otra cosa importante de la que debe estar seguro. Todos los tornillos o mecanismos de retención deben estar apretados antes de poner a trabajar un motor. No querrá que salga volando la tuerca del acoplador o la de la banda.

Nunca intente tampoco disminuir la velocidad de los motores sin corriente, ni detenerlos, agarrando la banda con las manos. ¡Tal vez no vaya a poder usar la manos de nuevo!

De vez en cuando quizás tenga que mover un objeto pesado. No basta con tratar de usar los músculos. Use primero su cerebro. Piense en la forma más fácil y segura de mover esos objetos. Hay muchas herramientas y aparatos especiales para ayudarle. Consiga ayuda. Aún así, acuérdese de usar las piernas y no la espalda. Los daños a la espalda puedan durar toda la vida.

Reglas de seguridad

A continuación le presentamos algunas reglas generales de seguridad. Apréndalas y obsérvelas en todo momento cuando trabaje con electricidad y motores de potencia.

- Ponga atención a lo que está haciendo.
- Conozca los circuitos con los que está trabajando.

- Nunca emplee herramientas o equipos defectuosos.

- Desconecte la corriente eléctrica del tablero de distribución o de entrada durante la instalación.

- Desconecte la corriente eléctrica siempre que pueda para dar servicio al equipo.

- No se pare nunca en una área húmeda o mojada cuando trabaje con corriente viva.

- Emplee únicamente equipo de prueba adecuado y cerciórese de que esté en buenas condiciones de operación.

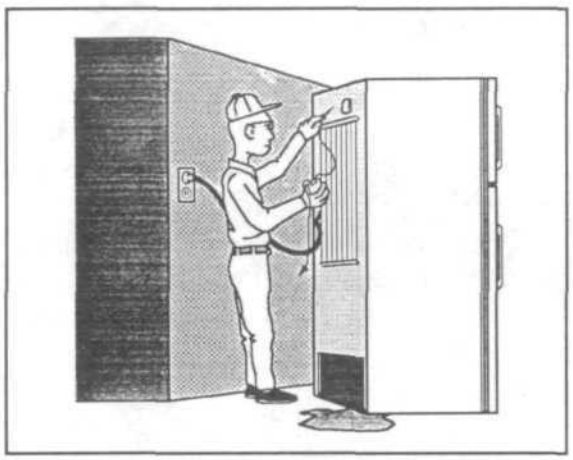


Figura 24-4. Tenga cuidado en las áreas húmedas o mojadas cuando trabaje con corriente viva.

- Utilice herramientas eléctricas que tengan cable a tierra conectado adecuadamente a un circuito puesto a masa.

- No use nunca joyas mientras trabaja con motores o electricidad.

- Nunca use ropa suelta junto a máquinas en rotación.

- Cuando ponga en operación un motor eléctrico abierto, asegúrese de pararse a un lado del mecanismo de impulso del motor.

- Nunca intente detener un motor eléctrico sin corriente sujetando las bandas.

- Para levantar equipo pesado use la fuerza de sus piernas y no la de su espalda.

Magnetismo

Hace muchos siglos lo chinos aprendieron que, cuando la magnetita (imán natural) se encontraba suspendida en el espacio, se alineaba con los polos de la Tierra. Los griegos y los romanos encontraron esta misma cualidad en el óxido de hierro. La magnetita se convierte en imán natural sólo cuando es alcanzada por una fuerza externa como los rayos. Entonces se convierte en lo que llamamos imán natural. Estos imanes naturales tienen muy poca utilidad para nosotros. No son estables y su fuerza magnética es muy baja.

Como quizás conozca, el magnetismo está implicado en el funcionamiento de muchos aparatos eléctricos como motores, generadores, transformadores e instrumentos de medición. Antes de empezar el estudio de los motores eléctricos, cerciorémonos de que sabemos exactamente lo que es el magnetismo.

Primeramente, tenga cuidado de no confundir la atracción eléctrica con la atracción magnética. Recordará que la atracción eléctrica tiene que ver tanto con las cargas eléctricas positivas como con las cargas eléctricas negativas. En cambio, la atracción magnética tiene que ver con el polo norte y el polo sur. ¡Tenga eso en cuenta!

Los imanes que usamos hoy en día generalmente son de hierro, acero o aleaciones de cobalto y níquel. A éstos se les llama imanes artificiales. Los imanes artificiales son per-

manentes o temporales. Es decir, una barra de acero duro, de níquel o de aleación de cobalto mantendrá el magnetismo durante mucho tiempo. Eso hace que sea un imán permanente.

El hierro suave puede magnetizarse fácilmente, pero pierde su magnetismo con mucha rapidez. Por lo tanto, el hierro sólo puede ser un imán temporal. Este hecho es lo que hace que el hierro funcione tan bien en muchos tipos de motores eléctricos, solenoides, relevadores y transformadores.

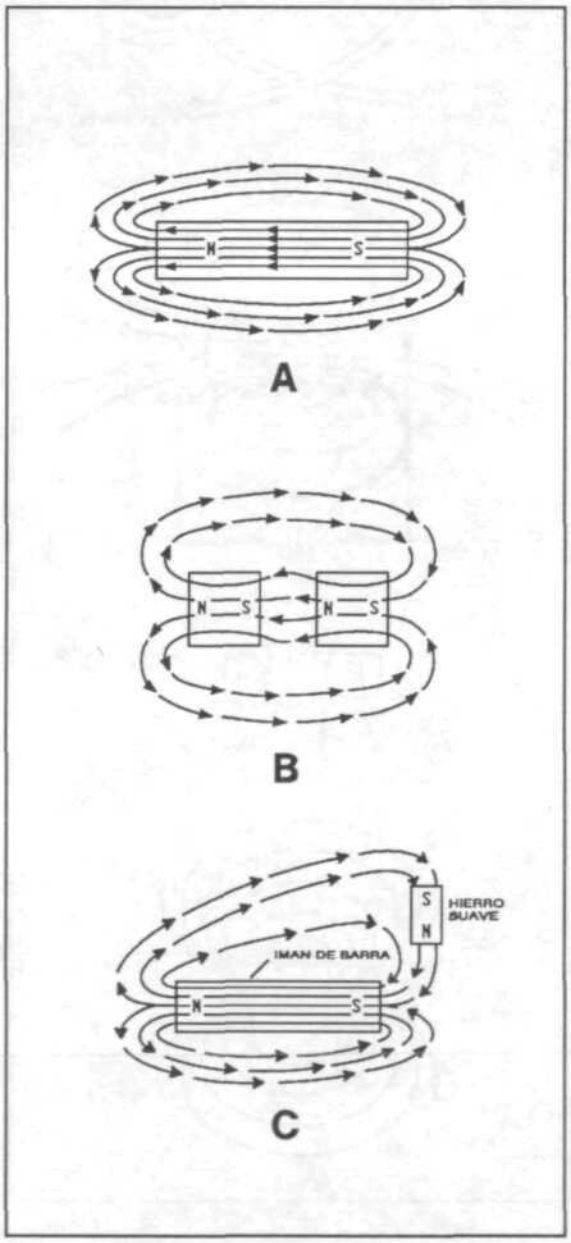


Figura 24-5. Magnetismo. Líneas de fuerza magnética *(A).* Haciendo dos imanes de uno *(B).* Rutas de las fuerzas magnéticas (C).

Si usted ha jugado alguna vez con imanes, habrá notado cómo unas veces brincan y se atraen mutuamente; y otras veces que intenta juntarlos, no lo logra. Lo que ve es el efecto del campo magnético. Por supuesto los campos magnéticos no son visibles. Pero si pudiera verlos, se verían como las líneas de fuerza magnética que se muestran en la Figura 24-5.

El campo magnético no empieza en el polo norte ni termina en el polo sur, sino que es un aro continuo del polo norte al polo sur que pasa por el imán y vuelve a salir al polo norte; está en continuo movimiento.

Si cortamos el imán en dos pedazos, tendríamos dos imanes distintos. Cada pedazo tendría su propio polo norte y sur, como se muestra en la Figura 24-5 (B). Las líneas magnéticas de fuerza siempre tratan de tomar la ruta más corta y más sencilla. Vea la Figura 24-5 (C).

Como ya dijimos, una barra de imán artificial que estuviera en el espacio se alinearía con los polos de la Tierra. Puesto que el imán no está marcado "norte" o "sur", la pregunta sería: ¿cómo podemos saber qué extremo del imán es el polo norte? Bueno, todo lo que tiene que hacer es localizar el norte. La parte del imán que apunta hacia el norte es su polo norte. El otro extremo será su polo sur.

Electromagnetismo

Los imanes permanentes rara vez se usan en la industria de refrigeración y aire acondicionado, pero los imanes temporales se usan en muchos componentes de RAA.

Recuerde que un imán permanente por lo general no se puede desconectar una vez que está magnetizado. Un imán temporal se desconectará solo. Tenga esto en cuenta conforme vayamos hablando del electromagnetismo.

Hace unos 100 años se descubrió que, cuando una corriente eléctrica fluye a través de un conductor, se forman unos campos magnéticos, como se muestra en la Figura 24-6.

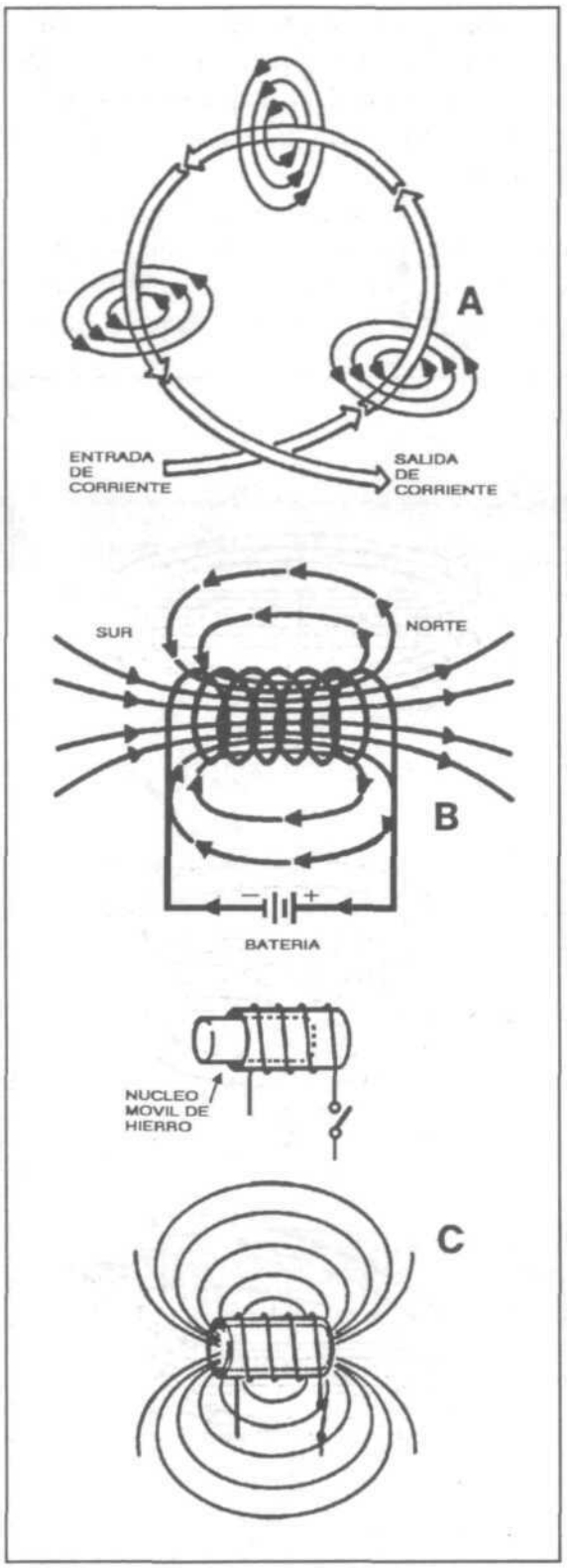


Figura 24-6. Electromagnetismo. Campos magnéticos alrededor de un conductor *(A)*. Líneas de fuerza magnética de un electroimán *(B)*. Electroimán con un núcleo de hierro (C).

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de abajo el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas de la derecha la letra que identifica el término elegido.

1. Efecto que se presenta cuando el operador o el técnico se convierte en parte de un circuito eléctrico. _____
2. Efecto que se presenta en el operario y que proviene de un arco eléctrico, como en el caso de un cortocircuito a tierra. _____
3. Conjunto de recomendaciones que se deben seguir cuando se trabaja con corriente eléctrica. _____
4. Mineral que se convierte en imán natural sólo cuando es alcanzado por una tuerza externa como los rayos. _____
5. Mineral que puede magnetizarse fácilmente. pero que pierde su magnetismo con mucha rapidez. _____

a. reglas de seguridad
b. magnetita
c. descarga eléctrica
d. hierro suave
e. quemaduras,

Respuestas

1. c 2. e 3. a 4. b 5. d

Solenoides

Si tomáramos este conductor y formáramos una bobina, los campos magnéticos se juntarían más cerca. Esto hace que el campo magnético sea más fuerte. La bobina se convierte en un electroimán, que se llama solenoide. El electroimán tiene líneas de fuerza similares a un magnetismo de barra imantada. Este solenoide o electroimán atraerá una barra de hierro a la bobina.

Si dejamos esta barra de hierro en la bobina, aumentaremos aún más la tuerza del campo magnético. Este campo electromagnético puede usarse para producir electricidad y para operar motores. La atracción y la repulsión magnética pueden provocar movimiento. Este movimiento se usa en muchos controles y dispositivos interruptores, como relevadores,solenoides y contactores.

Un electroimán es muy parecido a un imán de barra temporal. Cuando una corriente de electricidad fluye por él, el electroimán forma un campo magnético. No forma campo magnético si no hay flujo de corriente. Podemos cambiar el extremo norte del electroimán y convertirlo en el extremo sur únicamente cambiando la dirección del flujo de corriente a través del electroimán. Este pro-

ceso se muestra en la Figura 24-7.

La corriente directa (CD) viaja de manera continua en una misma dirección, mientras que la corriente alterna (CA) está cambiando de dirección continuamente. Si Huye corriente directa a través de la bobina del electroimán, el polo norte permanecerá en ese extremo. Se quedará ahí siempre que haya corriente directa. Si dejamos que fluya corriente alterna (CA) a través del electroimán, los polos cambiarán de norte a sur y de sur a norte en la misma medida que cambia la corriente alterna. Esta es la tuerza (Figura 24-7) que hace funcionar el motor eléctrico.

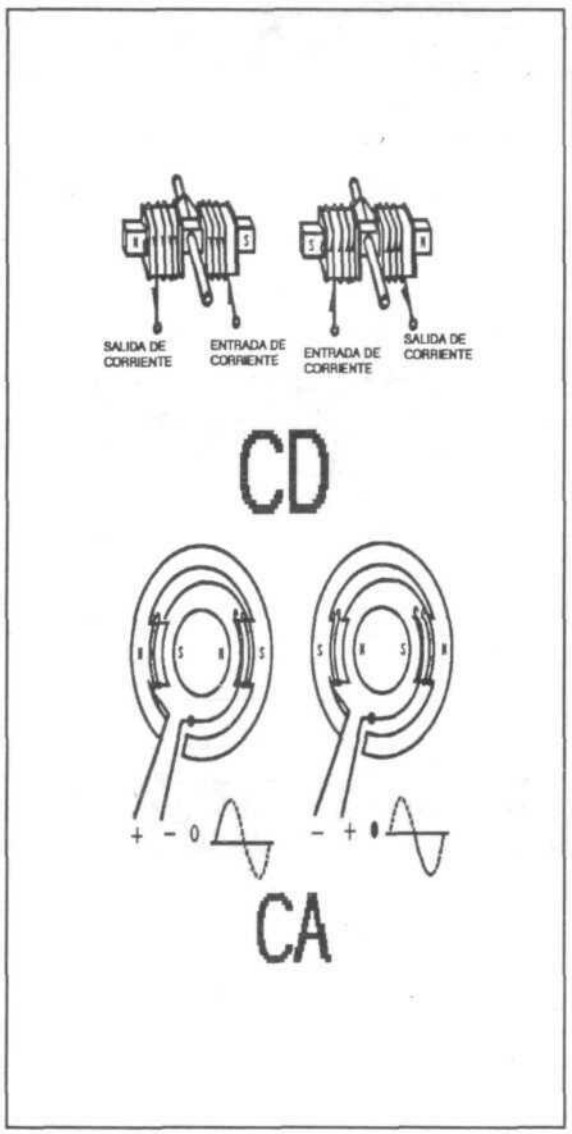


Figura 24-7. Flujo de corriente a través de un electroimán.

Motores y generadores de CD

Si las fuerzas del magnetismo hacen funcionar el motor, la clave para usar esas fuerzas es la sincronización. Para utilizar esas fuerzas se necesita una cuidadosa sincronización. Vea el ejemplo básico de la Figura 24-8.

La barra del imán está suspendida en el campo magnético. Conforme se hace girar a la barra del imán una vuelta completa, tiene lugar una reacción de fuerzas magnéticas. En un motor hay una reacción constante de estas tuerzas magnéticas. La constante repulsión-atracción es lo que hace funcionar el motor.

Nuestro ejemplo de acción básica del motor no puede usarse para mostrar un motor básico práctico. Como podrá darse cuenta, la barra de imán suspendida no puede cambiar polos. Los polos deben seguir invirtiéndose para mantener funcionando el motor eléctri-

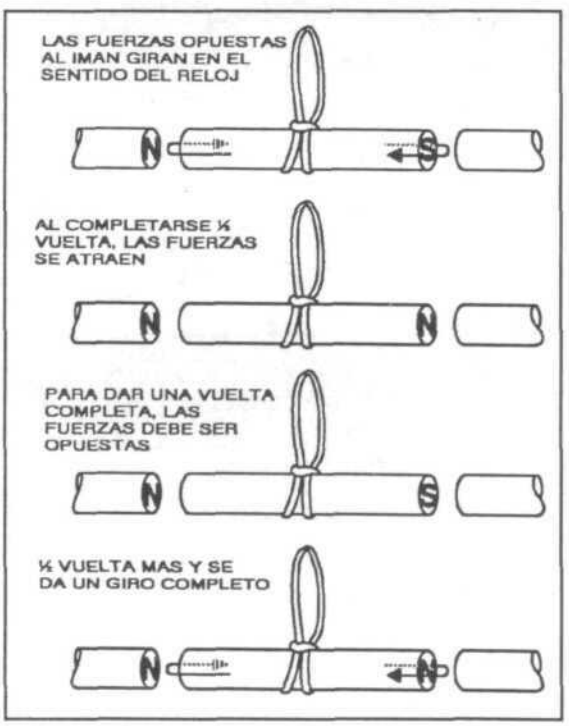


Figura 24-8. Acción de un motor eléctrico básico.

co. ¿Cómo se hace? Se hace con una armadura y un conmutador.

La armadura es la parte del motor eléctrico que gira. Por lo general, es el electroimán de un eje. *La* corriente fluye en las bobinas de la armadura, desarrollando los polos magnéticos de la armadura.

Se debe cambiar la dirección del flujo de las bobinas de la armadura. Esto debe hacerse mientras gira la armadura. Es ahí donde interviene el conmutador.

El conmutador no es más que dos secciones de cobre conectadas a la armadura. Actúa como interruptor para invertir la dirección del flujo de corriente. Las dos secciones de cobre están aisladas una de la otra, así como del eje.

La Figura 24-9 muestra los cables de la bobina de la armadura conectados a cada

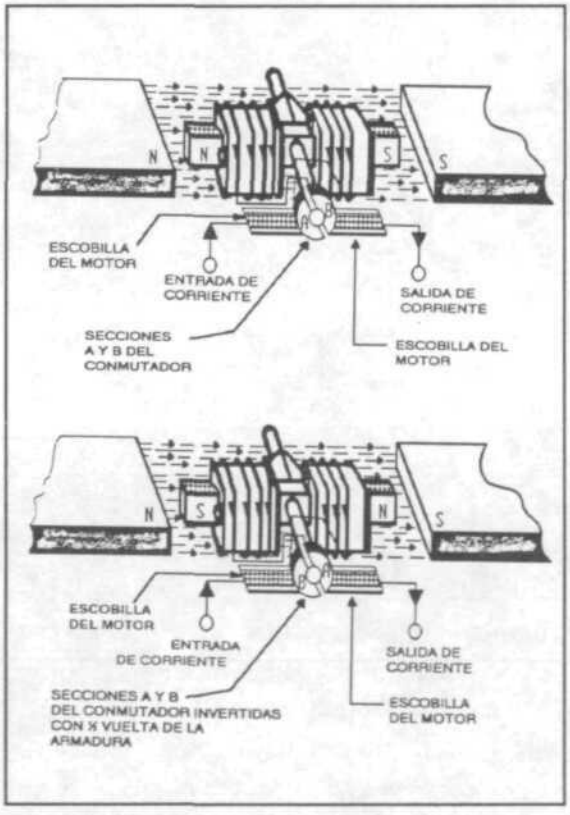


Figura 24-9. Conmutador. Posición inicial de las secciones del conmutador *(A).* Posición de las secciones del conmutador después de que la armadura da una vuelta *(B).*

sección. Las escobillas del motor barren el conmutador. Esto permite que fluya la corriente de la fuente de energía a la escobilla izquierda A para convertirse en la sección del conmutador A. Posteriormente pasa por la bobina de la armadura hacia el otro conmutador B, y regresa a la fuente de energía.

Podrá ver que constituimos la armadura como un electroimán, con un polo norte y un polo sur. Observe que, conforme gira el conmutador en el eje de la armadura, las secciones del conmutador cambian la dirección de la corriente que pasa a través de la armadura. Ahora, la corriente fluye de la fuente de energía a la escobilla A de la izquierda, sigue hacia la sección B del conmutador, pasa por la bobina de la armadura a la sección A del conmutador, luego a través de la escobilla B y regresa después a la fuente de energía.

Si se invierte esta corriente también se invertirán los polos magnéticos de la armadura. Para que los motores eléctricos sigan trabajando es necesario esta continua inversión a través del conmutador. Así de simple.

Quizá haya notado que es muy importante la posición de las secciones del conmutador con respecto a la armadura. También lo es el ángulo de las escobillas con respecto a las secciones de la armadura.

La sincronización es muy importante para el funcionamiento del motor eléctrico. Las posiciones que hemos mencionado afectan la sincronización. Los polos de la armadura deben cambiar en el momento justo para que la fuerza magnética auxilie y se cancele adecuadamente.

Resumamos las operaciones del motor eléctrico básico de CD. Son casi iguales en cada motor eléctrico de CD. Las cuatro partes básicas de un motor eléctrico de CD son:

- armadura
- escobillas
- conmutador
- bobinas de campo

Los motores eléctricos de CD trabajan

gracias a la fuerza colocada en el conductor de la armadura, fuerza que determinan los campos magnéticos auxiliándose y cancelándose mutuamente. La corriente que fluye en el conductor crea un campo magnético a su alrededor. Este campo magnético reacciona con el campo permanente, para hacer que un lado de la bobina de la armadura vaya hacia arriba y el otro lado hacia abajo. Esta acción y reacción son las que hacen que las bobinas de la armadura giren en un campo magnético. La fuerza de torsión que hace girar a la armadura se llama par de rotación o par de fuerzas.

Los generadores son lo opuesto de los motores. Los motores eléctricos convierten la energía eléctrica en energía mecánica. Los generadores necesitan energía mecánica, tal como la fuerza del agua, para hacer girar la armadura y producir electricidad.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones:

1. Una bobina por la cual se hace circular corriente eléctrica se convierte en electroimán, recibiendo el nombre de_____,

2. Un_____tiene líneas de fuerza similares a un magnetismo.

3. Podemos cambiar el extremo norte de un electroimán y convertirlo en el extremo sur, únicamente_____la dirección del flujo de corriente a través del electroimán.

4. La_____,_____es la parte del motor eléctrico que gira.

5. Si se_____la corriente eléctrica en una armadura, también se invertirán los polos magnéticos.

Respuestas

1. solenoide 2. electroimán 3. cambiando 4. armadura 5. invierte

Magnetomotores

Hay muchas clases de motores de CD. Cada clase tiene un propósito definido. Algunos motores proporcionan un alto par de rotación para iniciar la operación. Algunos sacrifican el par de rotación por la velocidad constante durante los cambios en la carga. El motor de "velocidad constante" emplea electroimanes como la bobina de campo para formar el campo magnético.

Se puede fabricar un motor de CD simple con una armadura e imanes permanentes. A éste se le llama magnetomotor. La interacción de los dos campos magnéticos hace que gire el motor. Veamos con más detalle estos dos campos magnéticos.

Uno de los campos se forma con dos imanes permanentes. Estos dos imanes per-

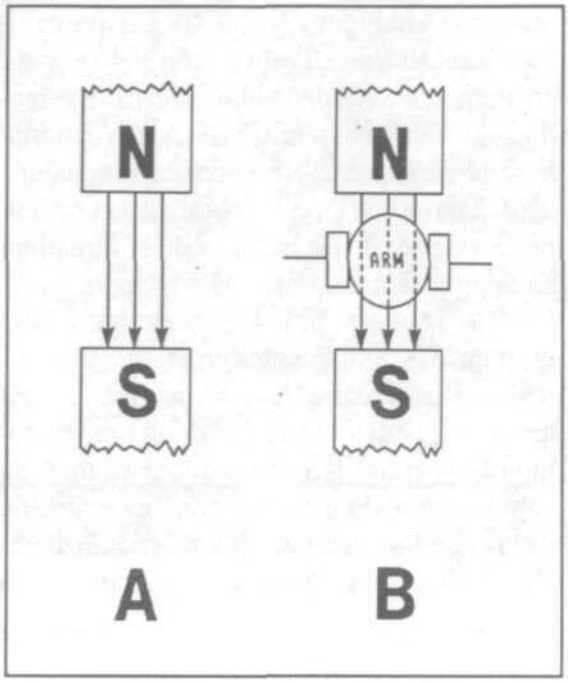


Figura 24-10. Campo magnético. Campo magnético entre dos imanes permanentes *(A).* Armadura en un campo magnético *(B).*

manentes se colocan alejados el uno del otro con los polos atrayéndose. Entre ellos se formará un campo magnético, como se muestra en la Figura 24-10.

Como recordará de la sección anterior, el conmutador cambia la dirección del flujo de corriente que pasa por las bobinas de la armadura. Esto, a su vez, cambia los polos de la armadura. Conforme gira la armadura, corta las líneas de fuerza de los imanes permanentes. Esta acción induce un voltaje en la armadura llamado "fuerza contraelectromotriz".

La fuerza contraelectromotriz siempre opone el voltaje fuente o el voltaje de la fuente de energía. Su valor cambia a medida que cambia la velocidad del motor. Las bajas velocidades del motor provocan una baja fuerza contraelectromotriz.

La baja fuerza contraelectromotriz ofrece poca oposición al voltaje de la fuente de energía, lo que permite que fluyan por la bobina de la armadura corrientes mayores. Las altas velocidades del motor hacen que haya una fuerza contraelectromotriz más alta. Esta ofrece mayor oposición a la fuente de energía. Menos corriente, por lo tanto, puede fluir en las bobinas de la armadura.

La fuerza contraelectromotriz tiende a controlar el flujo de corriente de las bobinas de la armadura. Es importante que conozca esto para operar un motor de CD. La dirección a la que gira la armadura depende de una de dos cosas:

- la posición que guardan los polos del campo magnético con relación a los polos de la armadura, o
- la dirección del flujo de corriente en las

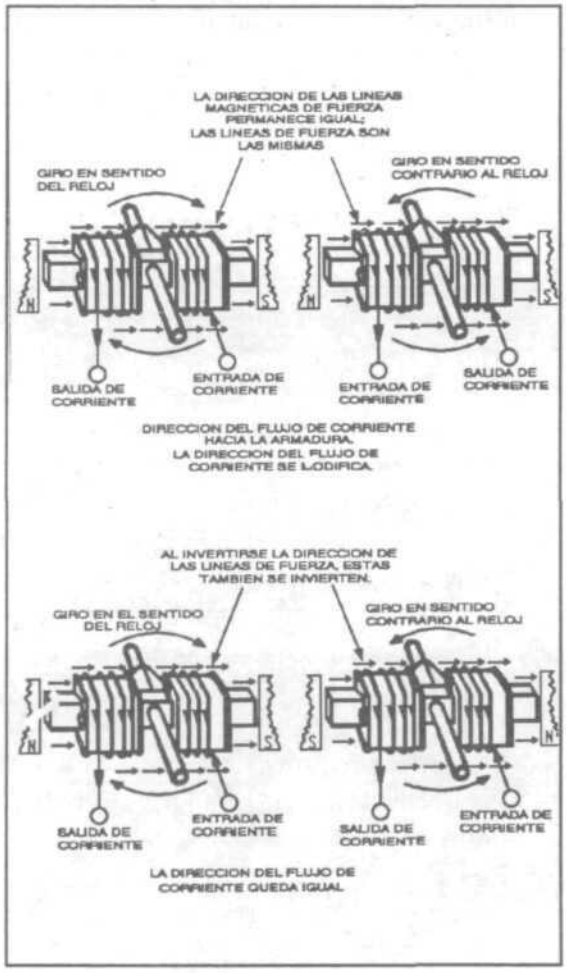


Figura 24-11. Rotación de la armadura. Rotación de la armadura controlada por polos magnéticos *(A).* Rotación de la armadura controlada por la dirección del flujo de corriente *(B).*

bobinas de la armadura, como se muestra en la Figura 24-11.

Veamos más detalladamente lo que se muestra en la Figura 24-11 (A). Podemos ver que, si mantenemos en la misma dirección el flujo de corriente a través de las bobinas de la armadura y cambiamos los polos de los imanes permanentes, cambiaremos la dirección de rotación de la armadura. Observe que, cuando cambiamos los polos del imán permanente, también cambiamos la dirección de las líneas de fuerza que hay entre los imanes permanentes.

Esta vez dejaremos los imanes como están para que la fuerza magnética entre ellos siga fluyendo en una sola dirección. Esto se muestra en la Figura 24-11 (B). Lo que cambiaremos ahora es la dirección del flujo de corriente a través de las bobinas de la armadura. ¿Cómo lo haremos? Basta con cambiar los cables que van a las bobinas de la armadura.

Observe que en este momento la corriente va a través de las bobinas de la armadura en la dirección contraria. Eso es todo.

Para resumir: en los magnetomotores se usan imanes permanentes en vez de electroimanes para crear el campo magnético. La armadura y el conmutador de los magnetomotores son similares a los de los motores de campo bobinado. La dirección de la rotación de la armadura está determinada por la dirección del campo magnético al reaccionar con

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V si *considera verdadera la afirmación, o la letra* F *si la considera falsa.*

1. El motor eléctrico de "velocidad constante" emplea electroimanes como bobina para formar el campo magnético.	F	V
2. El valor de la fuerza contraelectromotriz es constante aún cambiando la velocidad del motor eléctrico.	F	V
3. La fuerza contraelectromotriz tiende a controlar el flujo de corriente de las bobinas de la armadura.	F	V
4. Cuando se cambian los polos de un imán permanente, permanece constante la dirección de las líneas de fuerza que haya entre los imanes permanentes.	F	V
5. Los magnetomotores son conocidos por su alto par de rotación de arranque.	F	V

Respuestas

1. V 2. F (Cambia a medida que cambia la velocidad del motor). 3. V 4. F (Cambia la dirección de las líneas de fuerza que hay entre los imanes permanentes). 5. V

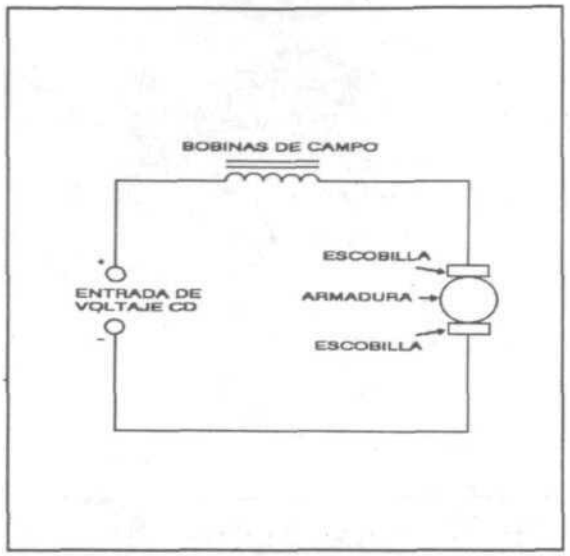


Figura 24-12. Diagrama esquemático de un motor de CD en serie.

los polos magnéticos de la armadura. Con los imanes permanentes, el tamaño y el peso del magnetomotor es mucho menor y más ligero que el motor de CD con el campo bobinado.

Los magnetomotores son conocidos por su alto par de rotación de arranque, su alto par de rotación a bajas velocidades y su alta eficiencia. Se usan para diversos equipos como impresoras ultrarrápidas, transportadores de cintas y sistemas de ajuste de posición precisa.

Motores de CD en serie

Algunas veces hay trabajos que requieren que un motor maneje grandes cargas. Estos motores necesitan armaduras para trabajo pesado y campos magnéticos elevados. Los campos magnéticos que se forman con electroimanes son mucho más elevados que los que se forman con imanes permanentes. La Figura 24-12 muestra un tipo de motor con las bobinas de campo conectadas en serie con las bobinas de la armadura.

A este tipo de motor se le llama motor de CD en serie. Los motores de CD en serie por lo general se les utiliza en grúas, tornos, trenes y automóviles donde se necesita un gran par de rotación para poner en marcha una carga pesada.

Las bobinas de campo de estos motores de CD en serie deben llevar toda la corriente de la armadura y están hechas con cables más grandes. Las cuatro magnitudes que se relacionan con los motores de CD son:

- la velocidad del motor
- la corriente
- el par de rotación
- la fuerza contraelectromotriz

Estas magnitudes cambian junto con la velocidad del motor. Empiece con el motor apagado. Ahora enciéndalo. En el momento en que empieza a funcionar jala o toma mucha corriente a través de las bobinas de campo y las bobinas de la armadura. Recuerde que es la misma corriente la que va por ambas bobinas. La bobina de campo y la bobina de la armadura están conectadas en serie. Esta alta corriente forma un fuerte campo magnético.

La fuerza contraelectromotriz y el par de rotación son elevados para arrancar el motor. Estas cuatro magnitudes básicas de las que hemos hablado (corriente, campo magnético, par de rotación y fuerza contraelectromotriz) empezarán a cambiar a medida que el motor alcance la velocidad normal de operación. La fuerza contraelectromotriz aumentará. Esto reduce la corriente y el par de rotación. Cuando se reduce la corriente, el campo magnético se debilita.

Repasemos esto una vez más. El motor de CD en serie tiene bobinas de campo en serie con las bobinas de la armadura. Esta disposición proporciona un alto par de rotación y un campo magnético elevado para poner en marcha una carga pesada. A medida que aumenta la velocidad del motor, disminuyen la corriente y el par de rotación.

¡No opere nunca un motor de CD en serie sin carga alguna! Tal vez alcance velo-

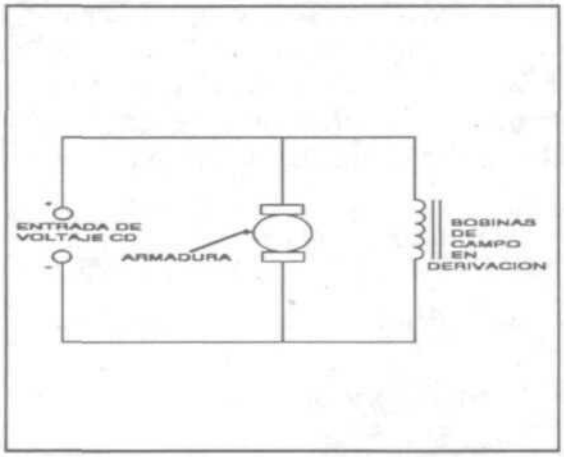


Figura 24-13. Diagrama esquemático de un motor de CD en derivación.

cidades que literalmente puedan destrozarlo. Para evitar este problema, el motor se puede conectar a una máquina directamente o mediante engranes.

¡No emplee bandas! Las bandas en un motor de CD pueden romperse o deslizarse en la polea y perder la carga. Si esto sucede, puede ser el fin de su motor.

Motores de CD en derivación

El motor en derivación es el motor de CD más común y se emplea para mover cargas como las máquinas herramienta. Se conecta directamente en paralelo con la armadura a través de las terminales. Normalmente se conecta un reóstato en serie con el campo, como se muestra en la Figura 24-13.

El motor de CD en derivación tiene una buena regulación de velocidad. Se le considera un motor de velocidad constante, aunque su velocidad disminuya un poco cuando aumenta la carga. Puesto que la fuerza contraelectromotriz depende de la velocidad del motor, también ésta disminuye.

Veamos qué otras cosas pasan. La disminución de la fuerza contraelectromotriz permite un mayor flujo de corriente a través de las bobinas de la armadura. Este flujo mayor se traduce en un mayor par de rotación para la carga que ha aumentado. También observamos que el mayor flujo de corriente provoca una mayor caída de voltaje en las bobinas de la armadura. Esto significa que la fuerza contraelectromotriz no regresa a su valor anterior. La fuerza contraelectromotriz permanecerá ahora a un nivel un tanto menor.

La velocidad básica de un motor de CD en derivación es de plena marcha y plena carga. Generalmente ajustamos la velocidad al insertar una resistencia en el circuito del campo con un reóstato. Esto debilita el campo magnético. Utilizamos este método de control de velocidad para ofrecer una forma suave y eficaz de cambiar la velocidad del motor. También podemos cambiar la velocidad del motor mediante una resistencia ajustable en el circuito de la armadura. Sin embargo, este método no se usa con mucha frecuencia. Provoca una mala regulación de velocidad.

Otro punto en donde debe tener precaución: no abra nunca el circuito de campo de un motor de CD en derivación que esté funcionando sin carga. Esto corta el campo magnético, podría dar lugar a un "motor embalado" y corre el peligro de destruir el motor.

Los arrancadores del motor de CD por lo general limitan la corriente de arranque de la armadura de 125 a 200% de la corriente de plena carga. Puesto que el par de rotación del motor de CD en derivación es proporcional a la corriente de la armadura, el par de rotación de arranque será de 125 a 200% del par de rotación de plena carga. Depende del valor de la resistencia de arranque.

Sabemos que la velocidad del motor de CD en derivación puede fijarse en cualquier punto entre un valor mínimo y un valor máximo. Lo que podamos variar la velocidad depende de los límites eléctricos y mecánicos del motor. Estos límites determinan el alcance del motor.

Podemos elegir cualquier velocidad dentro del alcance del motor, si ajustamos el reóstato de campo. Cuando el reóstato está ajustado, la velocidad del motor casi es constante para todas las cargas.

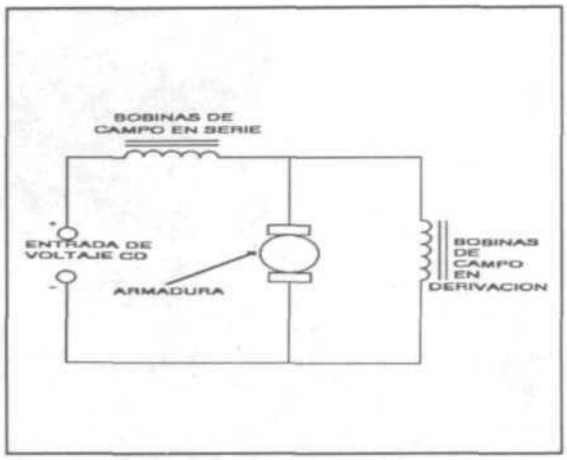


Figura 24-14. Diagrama esquemático de un motor de CD de excitación mixta.

Motores de CD de excitación mixta

El par de rotación del motor de CD en serie y la velocidad constante del motor de CD en derivación se combinan para convertirse en el motor de CD de excitación mixta. A este motor también se le conoce como motor de CD de excitación mixta aditiva. Tiene una bobina de campo en serie y una bobina de campo en derivación, como se muestra en la Figura 24-14.

En el diagrama podrá observar que una bobina de campo está en serie con la armadura, y otra bobina de campo está en derivación o paralelo con la armadura. Estas dos bobinas casi siempre están conectadas, de modo que los polos magnéticos de ambas bobinas se ayuden mutuamente.

Gracias a las secciones anteriores sabemos que el campo en serie proporciona el alto par de rotación de arranque, y que el campo en derivación proporciona una velocidad de operación bastante constante. Mírelo de esta manera: conforme añadimos una carga al motor de CD de excitación mixta, aumenta el campo magnético y hace que la velocidad disminuya más de lo que lo haría en un motor en derivación. A partir de esto podemos ver que la regulación de la velocidad del motor de CD de excitación mixta es interior a la del motor de CD en derivación.

El par de rotación del motor de CD de excitación mixta es mayor que el del motor de CD en derivación. Esto se debe al campo magnético en serie. En otras palabras, cuando un motor de CD de excitación mixta trabaja a baja velocidad, la corriente que pasa por la bobina del campo en serie es alta. Esto ofrece un campo magnético elevado y un alto par de rotación.

La velocidad constante proviene de la bobina en derivación. Ningún cambio en la velocidad de la armadura cambiará gran cosa la fuerza del campo magnético. La velocidad está en relación con el campo. Permanecerá bastante constante con los cambios de carga. El motor de CD de excitación mixta tiene una velocidad sin carga definida, y puede operarse sin problemas si no hay carga.

¿Qué pasaría si se abriera la bobina en derivación? Bueno, pues que todavía habría un motor en serie. Tal vez esa no sea una situación favorable, porque los motores de CD de excitación mixta normalmente no se usan donde se usaría un motor de CD en serie. ¡Pero no crea que si se abre la bobina en serie, tendremos un motor en derivación! Vea la Figura 24-16. Podrá ver que si se abre la bobina en serie, se detendrá el motor. ¿Por qué? Porque la corriente no fluirá a la armadura ni a la bobina de campo en derivación.

Los motores de CD de excitación mixta aditiva se usan cuando se requiere una velocidad bastante constante con cargas irregulares o cargas pesadas repentinas. Algunas de estas cargas son los elevadores, las prensas de estampado de metal, el mecanismo de mando de los luminadores y las cizallas de metal.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones

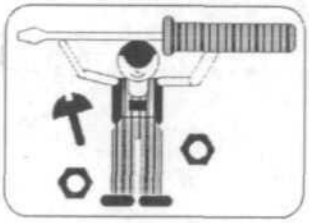
1. Un motor de_____en serie, en el momento que empieza a funcionar, jala mucha corriente a través de las bobinas de campo y las bobinas de la armadura.
2. El motor en derivación es el motor de corriente continua más común y se emplea para mover cargas como las_____.
3. El par de rotación del motor de CD en serie y la velocidad constante del motor de CD en derivación se combinan para convertirse en el motor de corriente directa de_____..
4. El par de rotación del motor de CD de excitación mixta es_____que el del motor de CD en derivación.
5. El motor de CD de excitación mixta tiene una velocidad sin carga definida y puede operarse sin problemas si no hay_____.

Respuestas

1. corriente continua 2. máquinas herramienta 3. excitación mixta 4. mayor 5. carga

Resumen

En esta lección ha estudiado usted muchas cosas sobre los motores. Es mucho lo que tiene que recordar, sobre todo si nunca ha trabajado con ellas. Conoció el importante papel del magnetismo en el funcionamiento de un motor, y la naturaleza y aplicaciones del electromagnetismo. Pudo averiguar en detalle lo que es un solenoide y ahora sabe que es un electroimán. También pasó revista a los diferentes tipos de motores de corriente directa o continua: los magnetomotores, los motores en serie, los motores en derivación y los motores de excitación mixta. Aprendió igualmente las características y el funcionamiento de todos ellos. Ya está listo para pasar al estudio de otro tipo de motores eléctricos más complicados. Ha sido un considerable avance en su capacitación como técnico de refrigeración y aire acondicionado. ¡Felicidades!



Tareas Prácticas

Energía eléctrica por magnetismo

Materiales que usted necesitará

- Un interruptor.
- Una batería de pilas secas.
- Un alambre de cobre grueso.
- Una hoja pequeña de lucita.
- Limaduras de hierro.

Información previa

El método más común para producir la electricidad que se utiliza como corriente eléctrica es el que emplea el magnetismo. La fuente de electricidad tiene que ser capaz de mantener una carga grande, debido a que esa carga se emplea para suministrar corriente eléctrica.

Toda la corriente eléctrica que se utiliza, excepto para equipos de emergencia y portátiles, proviene originalmente de una dinamo instalada en una planta eléctrica. La dinamo puede ser accionada por fuerza hidráulica, una turbina de vapor o un motor de combustión interna. No importa la forma en que se haga funcionar la dinamo: la corriente eléctrica que produce es resultado de la acción entre los alambres conductores y los imanes que están dentro de ella. Cuando los alambres se desplazan junto a un imán, o el imán se desplaza junto a unos alambres, se produce electricidad en éstos debido al magnetismo existente en el material magnético.

Lo que usted deberá hacer

Verificar que, en torno a un conductor por el que circula corriente, existe un campo magnético.

Procedimiento

1. Conecte en serie con un interruptor y con una batería de pilas secas un alambre de cobre grueso.
2. Doble el alambre de cobre, para que quede en pie verticalmente, e insértelo en el orificio de una hoja de lucita sostenida en posición horizontal.
3. Cierre el interruptor y, sobre la hoja de lucita, esparza limaduras de hierro. Estas tienen la propiedad de orientarse a lo largo de las líneas de fuerza del campo magnético.
4. Dé unos golpecitos a la lucita para facilitar que las limaduras de hierro se coloquen en posición.
5. Observe que las limaduras se disponen en círculos concéntricos, demostrando que las líneas de fuerza magnética forman una figura circular en torno al conductor.
6. Ahora abra el interruptor y repita la operación.
7. Observará que, cada vez que pasa corriente por el circuito, las limaduras se disponen de tal manera que indican el campo magnético.

Conclusiones

Los electroimanes funcionan en base al sencillo principio de que se puede crear un campo magnético haciendo pasar una corriente eléctrica por una bobina de alambre.

...y después, ¿qué sigue?

¿Qué es un motor monofásico y cuántos tipos de motores monofásicos hay? ¿Qué es un arrancador para motor de fase dividida? ¿Cómo funciona y cuáles son las características de los motores de polo sombreado? ¿Qué es un motor polifásico? ¿Cómo se monta un motor eléctrico? ¿Cuándo se usan los cojinetes de manguito? ¿Dónde se usan los motores de transmisión directa? ¿Qué tipos de problema puede tener un motor eléctrico? ¿Qué produce una conexión floja?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. Quien trabaja con equipo eléctrico se enfrenta al peligro siempre presente de

a. presiones.
b. raspaduras.
c. descargas eléctricas.
d. machucones.

2. Como medida de seguridad, nunca se debe intentar bajar la velocidad de los motores o detenerlos con

a. unas pinzas.
b. las manos.
c. un trapo.
d. un tubo.

3. La atracción magnética tiene que ver con

a. la electricidad.
b. la corriente.
c. el voltaje.
d. el polo norte y el polo sur.

4. Si en un motor eléctrico dejamos una barra de hierro en la bobina, aumentaremos aún más la fuerza del

a. campo magnético.
b. voltaje.
c. wattaje.
d. amperaje.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES

Calificación

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L424

5. El conmutador de un motor eléctrico no es más que dos secciones de cobre conectadas a la

a. corriente eléctrica.
b. armadura.
c. fuerza contraelectromotriz.
d. fuerza magnética.

6. Las cuatro partes básicas de un motor eléctrico de CD son: armadura, conmutador, bobinas de campo y

a. conductores.
b. relevador.
c. conmutador.
d. escobillas.

7. Los imanes permanentes se usan en vez de los electroimanes para proporcionar el campo magnético de los

a. magnetomotores.
b. motores de corriente directa.
c. motores de corriente alterna.
d. motores en derivación.

8. El motor de CD en derivación tiene una buena regulación de

a. corriente.
b. potencia.
c. velocidad.
d. voltaje.

9. Al motor de excitación mixta, también se le conoce como motor de CD de excitación mixta

a. aditiva.
b. dividida.
c. completa.
d. regular.

10. La velocidad constante de un motor de CD de excitación mixta proviene de

a. el rotor.
b. el estator.
c. el campo.
d. la bobina en derivación.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

Veamos siempre hacia arriba

El águila es valerosa y fuerte, por eso puede remontarse a grandes alturas. Nosotros podemos también ser valientes y fuertes de espíritu, para elevarnos a planos mejores.

Quien mira siempre hacia abajo, pronto tiene encorvada la espalda; si nuestros pensamientos son bajos, nuestro carácter será también doblegado.

Elevemos la cabeza para caminar erguidos, mantengamos altas nuestras aspiraciones, para recorrer la vida en una ruta recta y siempre mirando hacia las regiones más altas de las actividades humanas.

Ralph Hemphill

SISTEMAS DE
Refrigeración
YAIRE
ACONDICIONADO

CONTENIDO

Introducción 3

1. Definiciones y descripciones 3
2. Motores monofásicos 4
3. Aplicaciones de los motores eléctricos 15
4. Cojinetes 17
5. Reparación de los motores eléctricos 21
6. Resumen 25
7. Tareas prácticas 26
8. Examen 29

Motores eléctricos
(Segunda parte)

L425 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Motores monofásicos, 4
- Motores de CA en serie, 4
- Motores sincrónicos, 5
- Motores de fase dividida, 8
- Motores de arranque con resistencia, 9
- Motor de arranque con reactor, 9
- Arrancadores para motores de fase dividida, 10
- Motores de polo sombreado, 11
- Motores de arranque con capacitor, 11
- Motores de división permanente con capacitor, 12
- Motores con capacitor de arranque y capacitor de recorrido, 13
- Motores de inducción de arranque por repulsión, 14
- Motor trifásico, 15

Aplicaciones de los motores eléctricos, 15
- Condiciones de trabajo de un motor eléctrico, 17

Cojinetes, 17
- Montajes del motor eléctrico, 18
- Transmisiones de motores eléctricos, 20

Reparación de los motores eléctricos, 21
- Problemas mecánicos, 21
- Problemas eléctricos, 23

Resumen, 25

Tareas prácticas:
- Detección de problemas en un motor eléctrico, 26

Examen, 29

Introducción

En su trabajo como técnico de servicio en refrigeración y aire acondicionado, algunas veces tendrá que enfrentarse a problemas con los motores eléctricos que se encuentren formando parte de algún sistema. Aunque generalmente es más conveniente que usted acuda a algún taller especializado, donde se cuente con las herramientas y los equipos convenientes para realizar una buena reparación (esto le ocasionará costos más aceptables en su trabajo), es muy conveniente que usted conozca los motores eléctricos, que sepa cómo trabajan, qué elementos los conforman y cuáles son algunos de los problemas que presentan.

En esta lección haremos un análisis de los motores comúnmente usados en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado, asi' como de su forma de operación; también analizaremos algunos de los problemas que presentan. Como en todas las lecciones, le recomendamos que estudie ésta con cuidado, y que no dude en volverla a leer cuantas veces sea necesario para aclarar las dudas que se le presenten.

Definiciones y descripciones

Enumeramos a continuación una serie de definiciones y explicaciones que usted necesitará para la comprensión y aprovechamiento de los puntos tratados en esta lección. ¡Consúltelos cuantas veces estime necesario! Para esto están.

ACOPLAMIENTO *(coupling).* Pieza para unir o conectar el eje impulsor de un motor con el eje accionado en un motor de transmisión directa.

CAPACITOR *(capacitor).* Aparato de almacenamientodecorrienteeléctricaquese usa para arrancar los motores eléctricos (capacitor de arranque) y para mejorar la eficiencia de los motores (capacitor de recorrido).

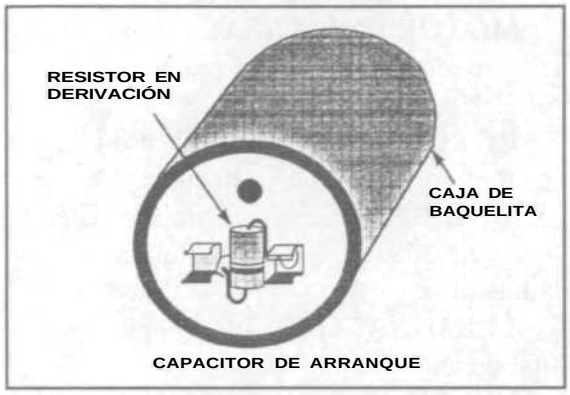


Figura 25-1. Un capacitor arranca los motores **eléctricos.**

COJINETE *(bearing).* Dispositivo que rodea a un eje de rotación y que proporciona una superficie de contacto de baja fricción para reducir el desgaste del eje de rotación.

CORRIENTE ALTERNA *(alternating current).* Corriente eléctrica que invierte su dirección a intervalos regulares.

ENERGÍA TRIFÁSICA *(three-phase power).* Un tipo de fuente de energía, generalmente usada para mover cargas pesadas, que consta de tres ondas sinusoidales que están fuera de fase entre sí.

FARADIO *(farad).* Unidad de capacidad de un capacitor.

HERTZS Número de ciclos por segundo. No varía el nombre en inglés.

JUEGO AXIAL *(endplay).* Cantidad de trayectoria lateral u horizontal de un motor eléctrico o eje de bombeo.

MONOFÁSICA *(singlc-plmse).* Energía eléctrica que se proporciona a los equipos o motores pequeños, por lo general de menos de 7 '/2 caballos de fuerza.

MOTOR DE POLO SOMBREADO *(shaded-pole motor).* Motor de corriente alterna que se usa para pesos muy ligeros.

MOTOR DE INDUCCIÓN *(induction motor).* Motor de corriente alterna en el cual el rotor gira debido al magnetismo inducido por las bobinas magnéticas.

MOTOR SINCRÓNICO(synchronous *motor).* Motor de corriente alterna que corre a una velocidad sincrónica.

MOTOR UNIVERSAL *(universal motor).* Un motor en serie que puede operar con voltajes de CA o CD.

ROTOR *(rotor).* Parte móvil o rotativa de un motor sincrónico, que incluye el eje.

SINCRONÍA *(synchronized).* "Cierre" de la velocidad de una magnitud a la velocidad de otra.

TERMINADOR *(end bell).* Estructura final de un motor eléctrico.

VENTILADOR *(Jan).* Aparato que produce una diferencia de presión en el aire para moverlo.

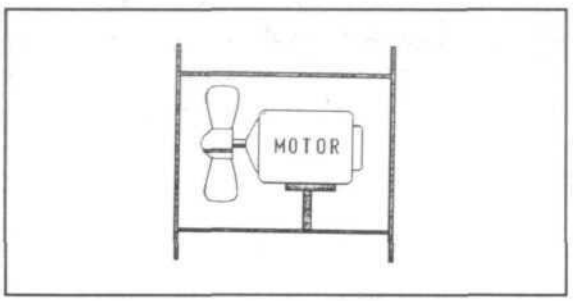


Figura 25-2. El ventilador remueve el aire mediante una diferencia de presión.

Motores monofásicos

En la lección de capacitores y relevadores presentamos los motores monofásicos, trifásicos y de fase dividida. No obstante, aquí los veremos más detalladamente. Podemos clasificar los motores monofásicos en tres clases generales de acuerdo con su tipo eléctrico. Estos son:

- el motor en serie
- el motor sincrónico
- el motor de inducción

El arranque y el recorrido son las consideraciones más importantes de los motores eléctricos. Por ejemplo, un motor eléctrico que se acopla a un compresor de refrigeración debe tener un alto par de rotación de arranque. Es decir, debe ser capaz de arrancar con una carga de arranque pesada. En este caso la carga es la presión de caída y de succión del compresor.

Un motor eléctrico no necesita tanto par de rotación para arrancar un pequeño ventilador. Sólo necesita superar la fricción suficientemente como para ponerlo en marcha.

Otra diferencia básica de los motores eléctricos es la fuente de energía que se usa para hacerlos funcionar. La fuente de energía para la mayoría de los motores monofásicos es de 120 o de 230 volts. Algunos motores monofásicos son de dos voltajes. La Figura 25-3 muestra un motor con dos bobinas de recorrido y una bobina de arranque. El motor con número indica la pauta sugerida por el fabricante para que el motor pueda funcionar con 120 o 230 volts.

Ahora veamos más detalladamente los diferentes tipos de motores de CA.

Motores de CA en serie

Recuerde que no importa cómo la polaridad de la fuente de energía está conectada al motor de CD en derivación o al motor de CD en serie. Los motores siempre girarán en la misma dirección. ¿Podemos, por lo tanto, conectar un motor en derivación o un motor en serie a una fuente de energía de CA? ¿Funcionará alguno de estos motores con CA?

¡La respuesta es sí! El motor en derivación o el motor en serie pueden trabajar con CA; es decir, siempre que se hayan hecho algunos pequeños cambios. Hay un motor eléctrico que funcionará bien tanto con 115 volts como con 60 Hz o con 115 volts de CD. También puede trabajar con 230 volts, 60 Hz o 230 volts de CD. Operará con CD o con CA. ¿Qué clase de motor es éste? Es el motor universal. Vea la Figura 25-4. Este motor tiene bobinas de campo, armadura, escobillas y conmutador.

Aunque las características del motor universal son las mismas que las del motor de CD en serie, habrá un efecto diferente en su

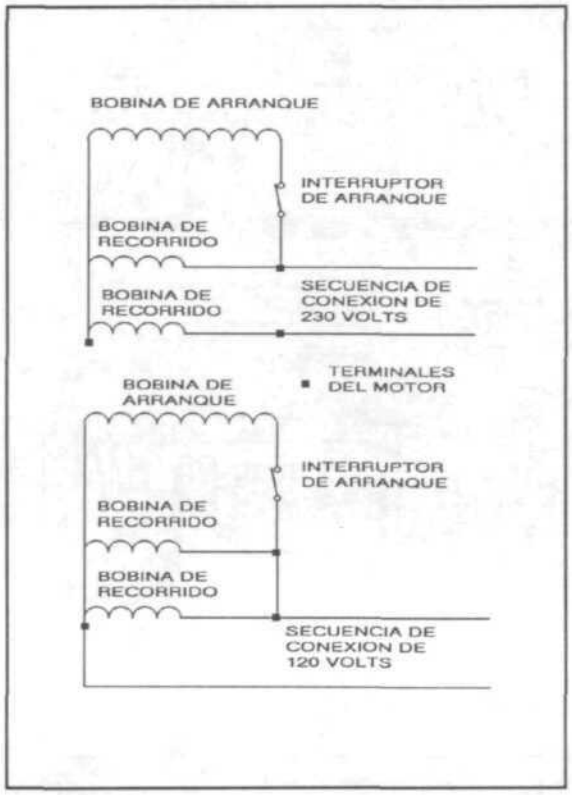


Figura 25-3. Diagrama de conexiones de un motor de dos voltajes.

funcionamiento cuando usamos energía de CA.

Con energía de CA, se controla de manera diferente el flujo de corriente hacia las bobinas de campo y la armadura. La frecuencia del voltaje de CA y la "resistencia de CA" de las bobinas afectan la corriente. El flujo de corriente depende de la resistencia de CA de las bobinas. Esta resistencia forma una oposición al flujo de corriente de CA. La resistencia de CA sólo se considera cuando se usa voltaje de CA. Debido a la resistencia de CA, se necesita más voltaje para desarrollar el par de rotación y operar el motor.

El motor universal está diseñado con una dirección de rotación establecida por parte de la armadura. No importa cómo se conecten los cables de energía de CA, el motor trabajará en la misma dirección. Sólo si cambiamos el embobinado de la bobina de campo podremos invertir la rotación de la armadura. La operación de CA-CD de los motores universales los hace adecuados para muchos usos. Comúnmente se les encuentra en pequeños aparatos y herramientas domésticas como batidoras, rasuraduras, máquinas de coser y taladros eléctricos.

Con respecto a los taladros eléctricos, en la lección anterior mencionamos que podíamos invertir la dirección de rotación de la armadura con un cambio del embobinado de la bobina de campo. Tal vez usted haya usado en alguna ocasión un taladro eléctrico. Algunos taladros tienen un interruptor para posición de adelanto o de retroceso. Este interruptor provoca un cambio en el embobinado de la bobina de campo que altera la dirección de rotación de la broca.

Para resumir lo que acabamos de ver, el motor universal es un motor en serie que funciona con voltajes de CA o de CD. Debido a la resistencia de CA de las bobinas al voltaje de CA, tiende a trabajar de manera un poco menos eficiente. Se necesita un mayor voltaje de CA para que el funcionamiento y el par de rotación que se encuentran en los nuevos voltajes de CD trabajen de manera adecuada.

Motores sincrónicos

Hasta ahora, todos los motores eléctricos que hemos visto tenían algo en común. ¿Recuer-

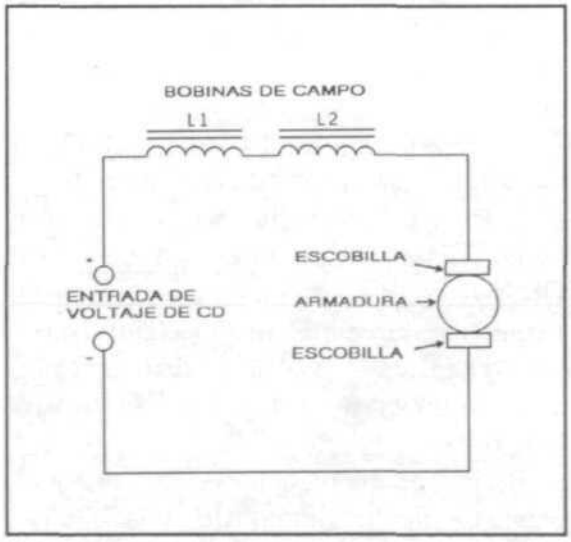


Figura 25-4. Diagrama esquemático de un motor universal.

da lo qué era? ¿Sería la armadura? A lo mejor. ¿Algo más? ¿Un campo magnético? Sí, va bien. ¿Qué otras dos cosas tienen en común todos estos motores?

Si recuerda el conmutador, seguramente sabe que necesitamos escobillas. Todos los motores eléctricos que vimos tenían una armadura, un campo magnético, un conmutador y escobillas.

Los motores sincrónicos son diferentes. No emplean conmutadores ni escobillas. ¿Cómo trabajan sin conmutador ni escobilla? Averigüémoslo.

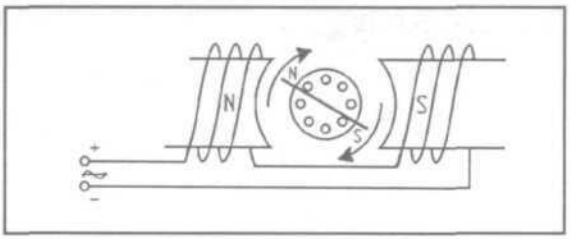


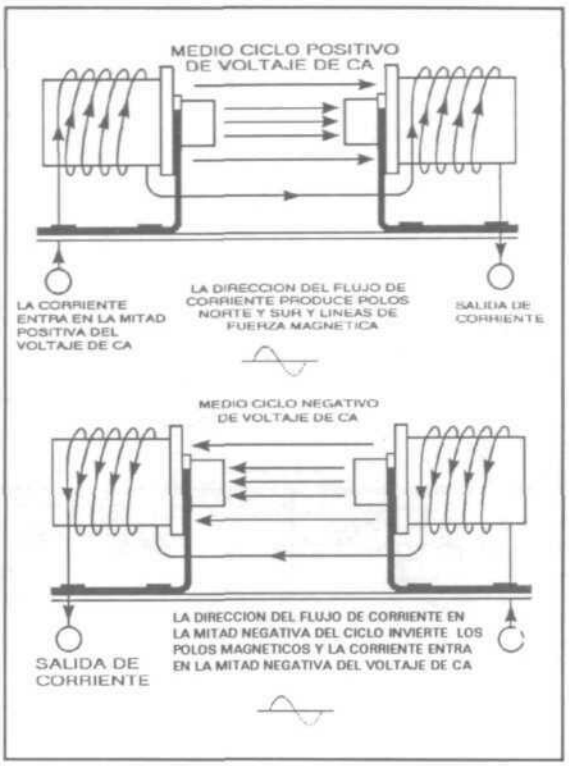
Figura 25-5. Motor monofásico sincrónico básico.

El campo magnético se desarrolla por medio del estator. El estator no gira, sino que está fijo. Los estatores son bobinas de campo o electroimanes que rodean al rotor. El rotor es la parte del motor eléctrico que gira.

En los motores eléctricos de CD, a esta parte que gira se le llama armadura. En los motores de CA, a la parte que gira se le llama rotor. La Figura 25-5 muestra el motor sincrónico básico con estator y rotor.

Conforme aplicamos voltaje de CA al estator, el estator produce líneas de fuerza magnética que se invierten para cada ciclo de voltaje. Esto se muestra en la Figura 25-6. Observe la dirección de las líneas de fuerza magnética durante el medio ciclo positivo del voltaje de CA. Las líneas de fuerza magnética se invierten en el medio ciclo negativo del voltaje.

El campo magnético es más fuerte en la cresta del medio ciclo positivo de voltaje y luego, una vez más, en la cresta del medio ciclo negativo. En efecto: el campo magnético se debilita durante los cambios de positivo a negativo y de negativo a positivo.



Fígura 25-6. Cambio de las líneas magnéticas de fuerza con corriente alterna.

Esta acción se repite con el voltaje de CA. Los polos magnéticos y las líneas magnéticas de fuerza se invierten de manera constante. La frecuencia y la rapidez de esto depende de la frecuencia del voltaje.

No olvide que el rotor es la parte del motor sincrónico que gira. Esta parte giratoria sincroniza su velocidad con la frecuencia del campo magnético que se invierte. Unos rotores están hechos de hierro suave. Otros son electroimanes.

Los rotores de hierro suave se usan en pequeños motores sincrónicos. Cuando aplicamos voltaje de CA al estator (la parte fija o estática del motor), el campo magnético que se invierte produce polos en el rotor. Debido al hierro suave, los polos del rotor no cambian de manera instantánea con los cambios del campo magnético del estator. Los polos del rotor se quedan magnetizados después de que el campo del estator se ha inver-

tido y de que los polos son atraídos a velocidades sincrónicas.

Los electroimanes también se usan como rotores. Al igual que el rotor de hierro suave, se debe hacer girar el rotor electromagnético a velocidad sincrónica. Una vez que los rotores están sincronizados, los polos del rotor son atraídos por los polos del estator. La Figura 25-7 muestra el funcionamiento del motor sincrónico para un ciclo completo de voltaje de CA.

Veamos esto por pasos. La Figura 25-7 (A) muestra que los polos del estator alcanzan una fuerza magnética plena en la cresta positiva del voltaje de CA.

Esto hará que los polos del rotor auxilien a los polos del estator. Observe que el rotor gira en la dirección de las manecillas del reloj. A medida que el voltaje de CA va hacia cero en (B), el campo magnético va también a cero.

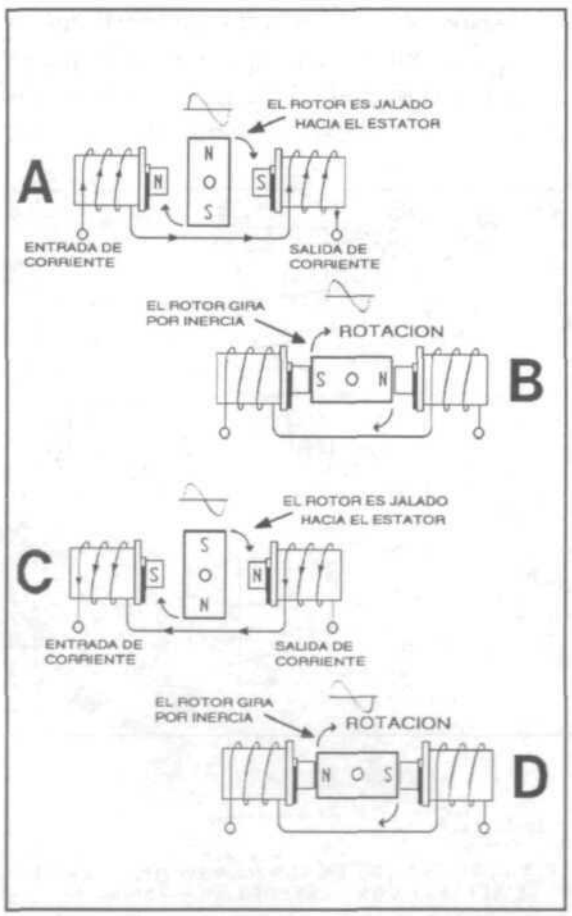


Figura 25-7. Operación de un motor sincrónico de dos polos para un ciclo completo de voltaje de CA.

¿Notó que los polos del estator no tienen polaridad (N-S)? No obstante, la rotación del rotor se debe a la inercia del rotor. (La inercia es la fuerza que mantiene moviéndose a un objeto en movimiento y en reposo a un objeto que está en reposo).

En (C) el campo magnético del arrancador se ha invertido y empieza a desarrollar toda su fuerza conforme el voltaje de CA se aproxima a su cresta negativa. Una vez más observe cómo atraen al rotor las fuerzas magnéticas.

Finalmente, a medida que el voltaje va a cero en (D), el campo magnético una vez más va a cero. La fuerza de la inercia mantiene girando al rotor. Así, pues, se ha completado un ciclo de funcionamiento del motor sincrónico.

Los motores sincrónicos no arrancan por sisólos. El rotor debe alcanzar una velocidad sincrónica. Algunos rotores tienen bobinas de arranque para superar el problema del arranque. La reacción de los polos de las bobinas y de los polos del estator produce un par de rotación suficiente para hacer girar el motor hasta alcanzar una velocidad sincrónica.

Una vez sincronizada la velocidad, ésta depende del número de polos del rotor y de la frecuencia del voltaje aplicado. Los cambios en el voltaje de CA no afectan la velocidad del motor sincrónico. Sólo la frecuencia de los voltajes de CA afecta la velocidad del motor de CA. Se puede hacer girar el rotor en la dirección de las manecillas del reloj o en la dirección contraria. No importa en qué dirección gira el rotor. El motor, de todas formas, funcionará como un motor sincrónico.

$$\textit{Velocidad (rpm)} = \frac{\textit{frecuencia} \times 120}{\textit{número de polos}}$$

Motores de fase dividida

El motor de inducción de fase dividida es uno de los motores de fracción de caballo de fuerza más populares. Se usa más comúnmente en tamaños que van desde 1/30 de caballo de fuerza hasta 3/4. Los motores de fase dividida tienen una amplia gama de aplicaciones, como en máquinas de oficina, ventiladores, pulidoras, bombas y compresores de refrigerador. Es el que se usa con más frecuencia en las unidades de compresores de los refrigeradores domésticos.

Hay varias cosas que debemos conocer acerca del motor de fase dividida. En primer lugar, el campo magnético de rotación que se necesita para arrancar los motores de fase dividida se obtiene mediante el uso de las dos bobinas del estator del motor. Una de las bobinas se llama bobina de arranque. A la bobina de arranque a veces se le llama bobina auxiliar, mientras que a la bobina principal generalmente se le llama bobina de recorrido.

Como se muestra en la Figura 25-8, el motor de fase dividida es básicamente un rotor de barras con dos bobinas de estator. Estas son la bobina de recorrido y la bobina de arranque. La bobina de recorrido está conectada con la fuente de voltaje de CA de la manera común. La bobina de recorrido tiene baja resistencia y alta inductancia. Por otro lado, la bobina de arranque tiene alta resistencia y baja inductancia. Enseguida veremos cómo funcionan la bobina de arranque y la bobina de recorrido para arrancar el motor de fase dividida y mantenerlo funcionando.

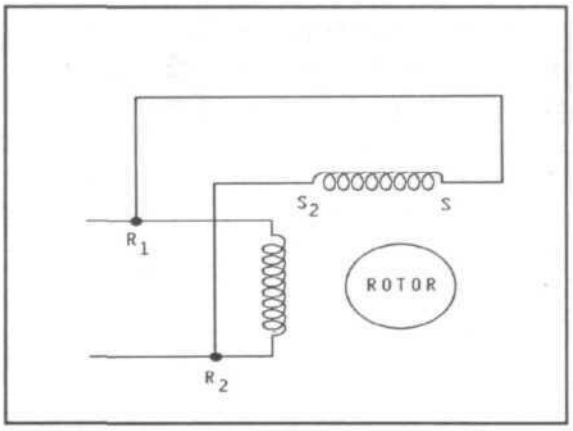


Figura 25-8. Diagrama esquemático de un motor de fase dividida.

Vea cómo arranca y sigue funcionando el motor de fase dividida de la Figura 25-8. Como recordará, la bobina de arranque y la bobina de recorrido tienen diferentes valores de resistencia y de inductancia. Debido a esta diferencia, las corrientes que fluyen en las dos bobinas no están en fase la una con la otra.

La Figura 25-9 (B) muestra que la corriente en la bobina de recorrido (bobina A) se rezaga o va detrás de la de la bobina de arranque (bobina B). En el estator se establece el campo magnético de rotación. El motor gira en la dirección que gira el campo.

Después de que el motor de fase dividida ha empezado su rotación y a medida que se aproxima a su velocidad normal de operación, ya no se necesita la bobina de arranque.

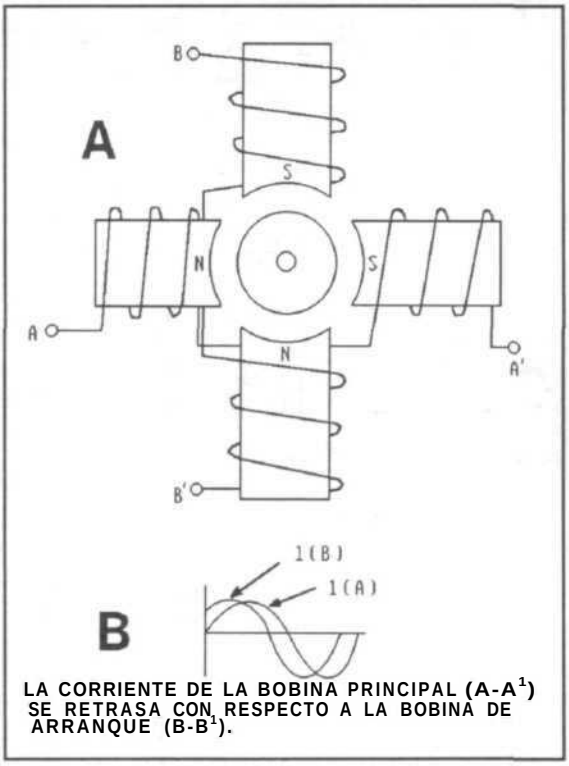


Figura 25-9. Operación de un motor de fase dividida.

¿Qué hacemos? Nos deshacemos de la bobina de arranque. ¿Cómo? Con frecuencia se usa un interruptor mecánico centrífugo para desconectar de la fuente de voltaje de CA la bobina de arranque.

Generalmente queremos que este interruptor desconecte la bobina de arranque cuando el rotor alcanza entre 75 y 80% de la velocidad máxima del motor. El motor de fase dividida continuará trabajando después de que se haya desconectado eléctricamente la bobina de arranque. Se conecta en serie el interruptor centrífugo con la bobina de arranque del motor de fase dividida y del interruptor centrífugo desconectado. Esto significa que la bobina de arranque ya no está conectada.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un circulo la letra V *si considera verdadera la afirmación, o la letra* F *si la considera falsa.*

1. El arranque y el recorrido son las consideraciones más importantes de los motores eléctricos.	F	V
2. El motor universal está diseñado con una dirección de rotación establecida por parte de la armadura.	F	V
3. Los motores sincrónicos son iguales a los demás motores.	F	V
4. Los rotores de hierro suave se usan en grandes motores sincrónicos.	F	V
5. El motor de inducción de fase dividida es uno de los motores de una fracción de caballo de fuerza más populares.	F	V

Respuestas

1. V 2. V 3. F (Son diferentes. No emplean conmutadores ni escobillas). 4. F (Se usan en pequeños motores sincrónicos). 5. V

Motores de arranque con resistencia

El motor de arranque con resistencia es una forma de motor de fase dividida. Tiene una resistencia conectada en serie con la bobina de arranque, como se muestra en la Figura 25-10. Una vez más, se usa un interruptor para desconectar la combinación de la resistencia y la bobina de arranque una vez que el motor de arranque con resistencia de fase dividida alcanza entre 75 y 80% de su velocidad máxima.

Motor de arranque con reactor

El motor de arranque con reactor es otra forma de motor de fase dividida. Tiene un reactor conectado en serie con la bobina de recorrido del motor de fase dividida. Este reactor está conectado así para inducir la

corriente de arranque y aumentar el rezago de la corriente de la bobina de recorrido con respecto al voltaje.

El interruptor centrífugo es unipolar de dos vías. Esto corta el circuito del reactor una vez que el motor de arranque con reactor de fase dividida ha alcanzado entre 75 y 80% de su velocidad máxima.

Arrancadores para motores de fase dividida

Sólo los motores monofásicos de CA requieren interruptores de arranque operados de manera centrífuga. ¿Cómo trabaja un interruptor centrífugo? Bueno, pues el interruptor se monta en el rotor. A medida que la velocidad del rotor se aproxima a 75 u 80% de la velocidad de recorrido del motor, la fuerza centrífuga de aquel lanza hacia afuera la parte móvil del interruptor. Este movimiento hacia afuera abre el interruptor y desconecta el circuito de arranque del motor. La Figura 25-11 muestra cómo trabajan los interruptores centrífugos a velocidades de arranque y de recorrido.

No podemos usar un sistema de arranque de interruptor centrífugo en una combinación de motor compresor de fase dividida herméticamente cerrada. La formación de arcos en los contactos del interruptor contaminaría la combinación de refrigerante y lubricante en la combinación cerrada motor compresor. Por lo tanto, usamos lo que se conoce como relevador de corriente.

Normalmente, los contactos de nuestro relevador de corriente están abiertos y van conectados a la bobina de arranque. La bobina del relevador está conectada en serie con las bobinas de recorrido. Observe la Figura 25-12.

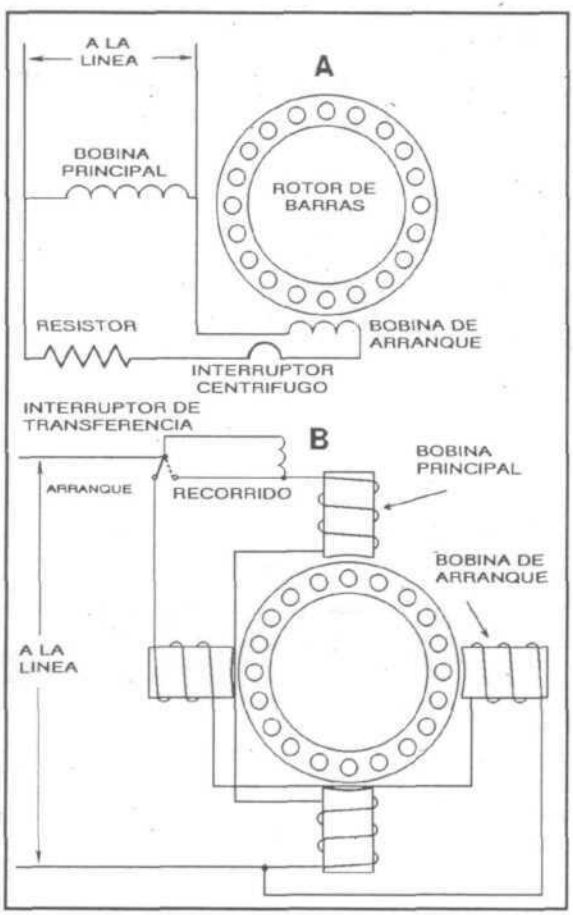


Figura 25-10. Diagramas esquemáticos. Motor de fase dividida de arranque con resistencia *(A).* Motor de fase dividida de arranque con reactor **(B)•**

Figura 25-11. Cómo funciona un interruptor centrífugo.

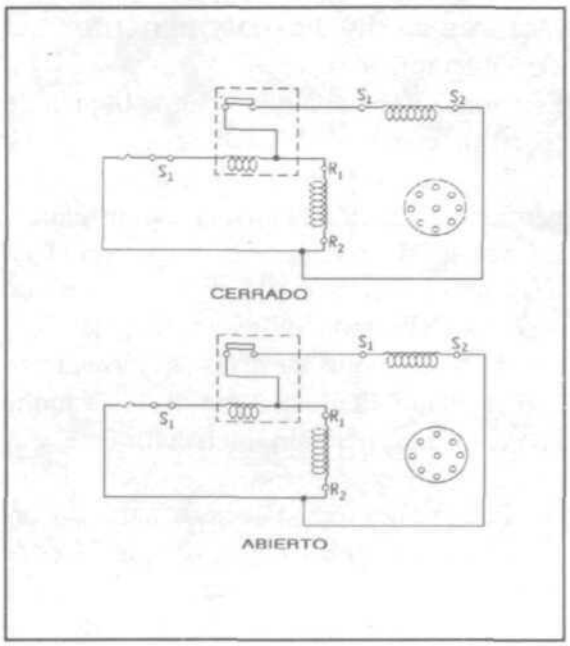


Figura 25-12. Operación del relevador de corriente en un motor de fase dividida con relevador de corriente.

La bobina del relevador está conectada en serie con la bobina de recorrido del motor. Los contactos abiertos del relevador están conectados en serie con las bobinas de arranque. Cuando cerramos el interruptor S, se aplica voltaje de CA a la bobina de recorrido del motor mediante las vueltas de la bobina del relevador. Tan pronto como se aplica el voltaje, fluye mucha corriente en la bobina de recorrido a través de la bobina del relevador. El relevador se energiza y cierra los contactos.

Esto aplica voltaje a la bobina de arranque del motor. El motor empieza a girar y a ganar velocidad. Cuando llega al 75 u 80% de su velocidad de operación normal, disminuye la corriente de la bobina de recorrido.

Sabemos que la bobina del relevador está conectada en serie con la bobina de recorrido. Si la corriente cae en la bobina de recorrido, sabemos que también va a caer en la bobina del relevador. Cuando esto sucede. los contactos regresan a su posición normal abierta y retiran la bobina de arranque.

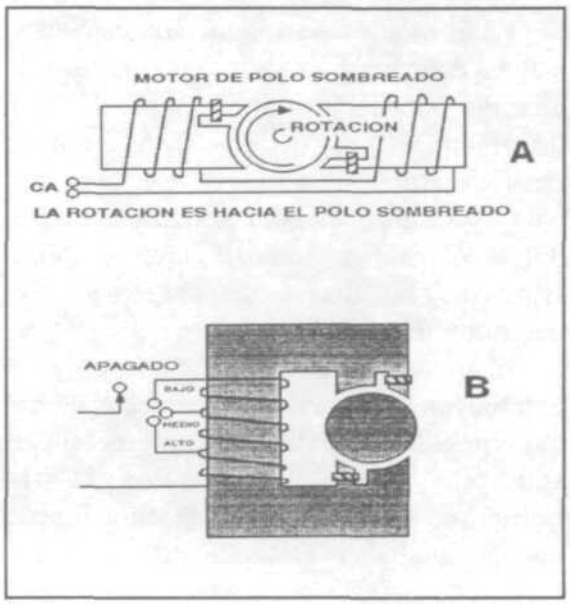


Figura 25-13. Motor de polo sombreado. Diagrama de conexiones de un motor de polo sombreado *(A).* Control de velocidad de un motor de polo sombreado *(B).*

Motores de polo sombreado

Generalmente los motores de polo sombreado se usan como motores de ventiladores pequeños y motores de coordinación. No necesitan un control especial de arranque. El motor gira cuando aplicamos voltaje de CA a la bobina del motor; y se detiene cuando se retira el voltaje de la misma. La parte de arranque del motor es el polo sombreado que se muestra en la Figura 25-13.

En realidad, este motor es una unión de cobre de baja resistencia que está clavada en un lado de cada estator. Basta con taladrar un agujero en cada polo, insertar un alambre de cobre desnudo y entrelazar ambos extremos para formar un aro alrededor de esa parte del polo. La velocidad del motor se puede controlar con la cantidad de voltaje de CA aplicada al motor.

Motores de arranque con capacitor

El motor de arranque con capacitor es el mismo motor básico que el motor de fase dividida. Ambos tipos sólo trabajan con la bobina de recorrido o bobina principal y tienen las mismas características.

En el motor de arranque con capacitor, éste va conectado en serie con la bobina de arranque para dar al motor un par de rotación de arranque. El par de rotación de arranque en los motores de arranque con capacitor para usos múltiples es de aproximadamente 350% del par de rotación de carga completa. Eso es muy bueno si se compara con el 150% del motor de fase dividida.

El motor de arranque con capacitor se usa con mayor frecuencia para impulsos de trabajos pesados como las bombas, los compresores y los refrigeradores. La Figura 25-14 muestra cómo se conecta el capacitor en serie con la bobina de arranque. El interruptor conectado en serie con la combinación capacitor y bobina de arranque puede ser centrífugo o de relevador de corriente. Cualquiera que sea el tipo que se use, su propósito es desconectar del motor la combinación bobina de arranque y capacitor una vez alcanzado entre el 75 y el 80% de su velocidad normal de funcionamiento.

El capacitor electrolítico que se emplea en los motores de arranque con capacitor sólo es para uso intermitente. Téngalo en cuenta. Está en el circuito sólo por algunos segundos durante el periodo de arranque del motor.

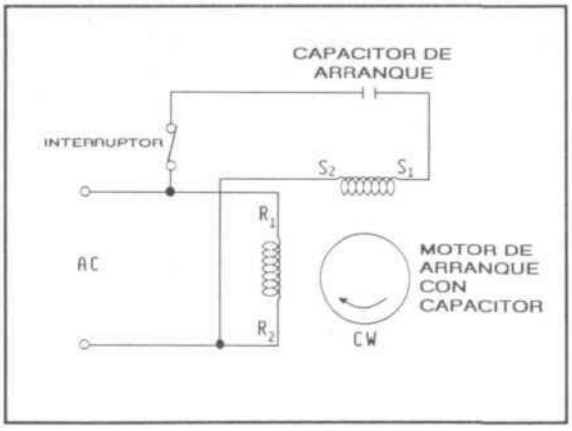


Figura 25-14. Diagrama de un motor de arranque con capacitor.

Motores de división permanente con capacitor

Este motor funciona tanto con la bobina de recorrido como con la de arranque.

Tiene un capacitor conectado en serie permanentemente con la bobina de arranque. La bobina de arranque está conectada en derivación o en paralelo con la bobina de recorrido. Observe cuidadosamente la Figura 25-15. El motor de división permanente con capacitor es igual al motor de arranque con capacitor, pero sin interruptor en el circuito.

El capacitor que se necesita para proporcionar a un motor las mejores condiciones de funcionamiento es mucho más pequeño que el que se requiere para un buen par de rotación de arranque. El motor de división permanente con capacitor es un motor intermedio que emplea un pequeño capacitor de aceite que sirve para uso continuo. Esto da como resultado un motor que tiene un par de

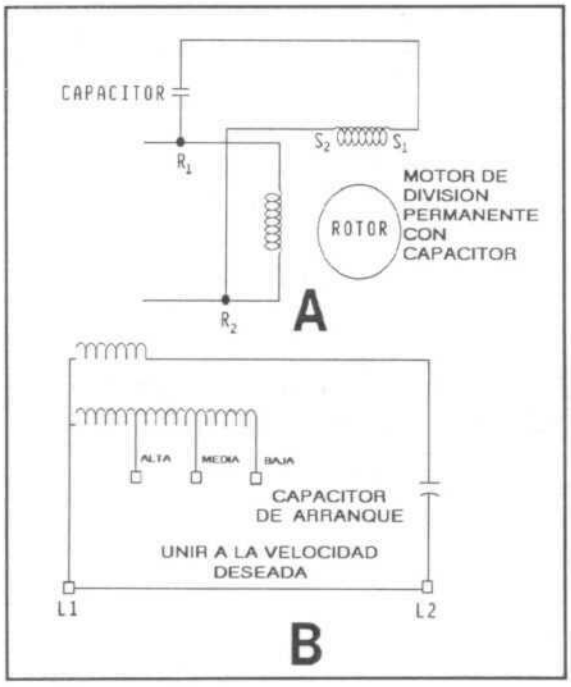


Figura 25-15. Motor de división permanente con capacitor. Diagrama esquemático de un motor de división permanente con capacitor *(A).* Motor de división permanente con capacitor de velocidad múltiple *(B).*

rotación de arranque muy bajo. Es más silencioso y eficiente que el motor de arranque con capacitor o que el motor de polo sombreado.

El motor de división permanente con capacitor viene en tamaños de fracción desde 1/70 a 1/2 caballo de fuerza. Se usa para ventiladores de conexión directa y ventiladores en que el motor puede hacerse corresponder con precisión con la carga manejada.

El capacitor de división permanente puede tener muchas velocidades. Conforme disminuye la resistencia de la bobina del motor, aumenta la velocidad del motor. Cuando se conecta más resistencia al circuito, disminuye la velocidad del motor.

Cuando pasamos a la posición alta, hemos pasado a la bobina con la menor resistencia. Entonces el motor trabaja a una alta velocidad. En la posición media, hemos añadido más bobinas. Eso significa más resistencia para la bobina del rotor. Con una mayor resistencia, el motor es un poco más lento que en la posición alta.

En la posición baja se añade aún más resistencia. El motor funcionará más lentamente que en la posición media. La conexión o desconexión de la bobina puede hacerse con un interruptor manual o con uno de los muchos interruptores automáticos de operación.

Motores con capacitor de arranque y capacitor de recorrido

El motor con capacitor de arranque y capacitor de recorrido emplea un valor de capacitancia para las condiciones de recorrido y un valor de capacitancia diferente para las condiciones de arranque. Algunas veces se le llama motor con capacitor de dos valores. Normalmente los capacitores de arranque son electrolíticos y los capacitores de recorrido son de aceite. Este motor se usa solamente para las aplicaciones de los motores monofásicos más grandes, cuando se necesita un alto par de rotación de arranque. Por ejemplo, se usa generalmente para aire acondicionado y refrigeración desde 3/4 hasta 10 o más caballos de fuerza.

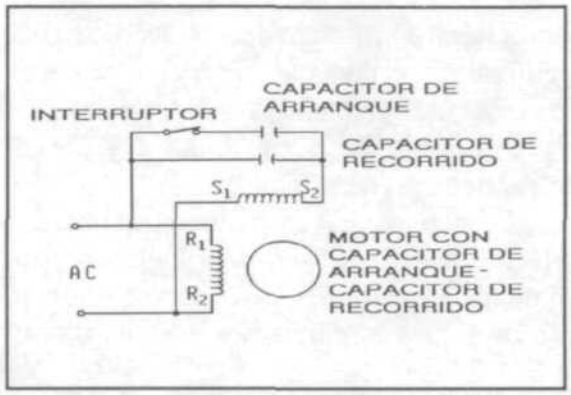


Figura 25-16. Diagrama de un motor **con** capacitor de arranque y capacitor de recorrido.

En la Figura 25-16 verá una bobina de recorrido, una bobina de arranque, dos capacitores y un interruptor. Un lado del voltaje de CA va hacia el lugar en que están conectadas la bobina de recorrido y la bobina de arranque.

El otro lado del voltaje va al otro extremo de la bobina de recorrido. Si observa esto con más cuidado, podrá ver que la bobina de recorrido está conectada en serie con la bobina de arranque, y que el voltaje está conectado en derivación con la bobina de recorrido. Ahora hemos conectado un capacitor de recorrido en derivación con la bobina de recorrido conectada a su vez en serie con la combinación de la bobina de arranque.

Posteriormente, tenemos un capacitor de arranque conectado en serie con un interruptor. Esta combinación está conectada en derivación o en paralelo con el capacitor de recorrido. De hecho, este interruptor es el contacto del relevador sensible al voltaje.

El motor con capacitor de arranque y capacitor de recorrido es esencialmente la combinación del motor de división permanente con capacitor y el motor de arranque con capacitor. Proporciona tanto el alto par de rotación de arranque del motor de arranque con capacitor como la eficiencia y el buen factor de potencia del motor de división permanente con capacitor. El alto par de rotación de arranque se obtiene con el uso del

capacitor electrolítico (de arranque) en paralelo con el capacitor de aceite permanente (de recorrido). El valor del capacitor de arranque puede ser diez veces mayor que el valor del capacitor de recorrido.

Recuerde que el capacitor de arranque es electrolítico. Está diseñado sólo para trabajo limitado. Cuando se aplica al motor el voltaje de CA, el motor empieza a funcionar. Conforme el motor se aproxima al 75 u 80% de su velocidad normal de operación, se abre el interruptor. El capacitor de arranque de más valor es retirado del circuito. El capacitor de recorrido permanente se queda en el circuito. Esto proporciona un par de rotación constante y mejora el factor de potencia general del motor.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. El motor de arranque con resistencia es una forma de motor de_____.
2. Generalmente, los motores de polo sombreado se usan como motores de_____ pequeños y motores de **coordinación.**
3. El motor de arranque con capacitor es el mismo motor básico que el motor de_____.
4. El motor de división permanente con capacitor viene en tamaños de fracción desde _____caballos de tuerza.
5. El motor con capacitor de arranque y capacitor de recorrido algunas veces se llama motor con capacitor de_____.

Respuestas

1. fase dividida 2. ventiladores 3. fase dividida 4. 1/70 a 1/2. 5. dos valores.

Motores de inducción de arranque por repulsión

Actualmente no se usa con mucha frecuencia el motor de inducción de arranque por repulsión en la industria de refrigeración y aire acondicionado.

No se fabrica porque cuesta mucho más que otras clases de motores. Sin embargo, debe conocerlo puesto que todavía pueden tener este tipo de motor las unidades antiguas de aire acondicionado. Pero no hablaremos de él muy detalladamente.

El motor de inducción de arranque por

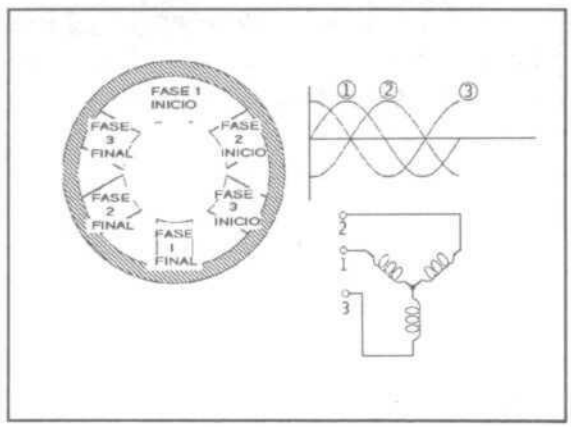


Figura 25-17. Diagrama de un motor trifásico.

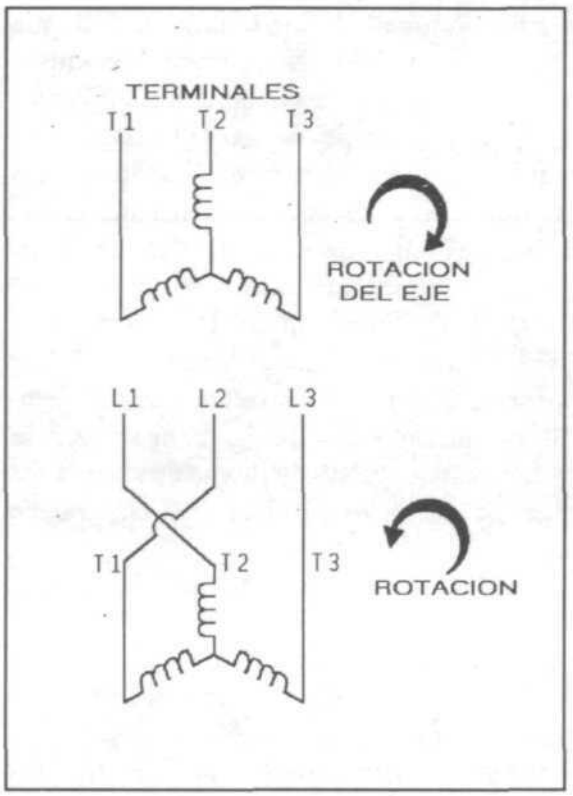


Figura 25-18. Diagrama de conexiones que muestra un cambio en la rotación del motor al cambiar dos cables del motor.

repulsión tiene embobinados en el rotor. Cada extremo de la bobina va conectado a un conmutador. Un mecanismo centrífugo controla el arranque del motor, donde las escobillas conectan los extremos de algunos de los embobinados del rotor. A medida que el motor llega al 75 u 80% de su velocidad normal de operación, el dispositivo centrífugo junta completamente los segmentos del conmutador mediante el uso de un segmento de cortocircuito. Podría afirmarse que el motor se convierte en un motor de barras.

Motor trifásico

Mientras todavía tiene fresca la información del motor monofásico, comparémosla y contrastémosla con la del motor trifásico. Algunas veces se le llama motor polifásico.

Imagínese el voltaje trifásico como tres voltajes monofásicos.

La mayoría de los motores trifásicos se usan en equipos comerciales en donde se dispone de voltaje trifásico.

A continuación le indicamos algunas ventajas del motor trifásico. Gracias a las tres fases de corriente que operan el motor, tiene un alto par de rotación. No tiene bobinas de arranque, capacitores de arranque ni interruptores centrífugos. Eso evita algunos problemasdemantenimiento.

Otra cosa buena de los motores trifásicos es la facilidad que tienen para cambiar la dirección de rotación. Todo lo que tenemos que hacer es intercambiar dos cables del motor, como se muestra en la Figura 25-18.

Aplicaciones de los motores eléctricos

Ahora ya conoce algo acerca de los diversos tipos de motores monofásicos de CD y de CA. Sin embargo, los motores se deben conectar a algo para que sean de utilidad.

Debido a que los motores eléctricos realizan tantos trabajos diferentes, no siempre es fácil elegir un motor para un trabajo en especial. Debemos cerciorarnos de que el motor que elegimos funcionará de manera segura y eficiente. Aunque generalmente el ingeniero de diseño o el fabricante es quien elige el motor, el técnico de RAC es quien frecuentemente tiene que cambiar un motor eléctrico. Veamos.

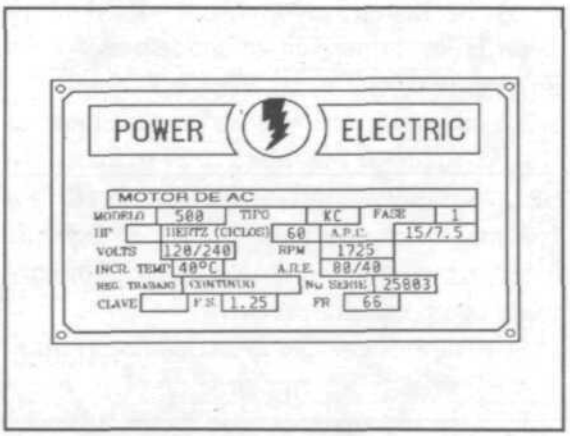


Figura 25-19. Placa del fabricante de motor.

En primer lugar, intente encontrar el reemplazo exacto. En ocasiones podrá conseguirlo con el fabricante original, o con algún proveedor de motores. Si no tiene suerte con ninguno de ellos dos, ¿a dónde deberá ir?

Para empezar, mire la placa del fabricante. El motor que va a reemplazar debe tener una placa del fabricante. La Figura 25-19 muestra un ejemplo de una típica placa de fabricante de un motor.

La placa debe tener información que pudiese ayudarnos a encontrar un reemplazo. Debe contener la siguiente información:

fuente de energía
requerimientos de trabajo
tipo o clase de aislante del motor
características de la montura

La fuente de energía proporciona la energía eléctrica del motor eléctrico. Para que funcione adecuadamente, esta energía eléctrica debe ser igual a la que necesita el motor. La placa del fabricante mencionará el voltaje, la corriente, la frecuencia y los valores de fase. El voltaje de la fuente de energía es importante, porque todo motor eléctrico funciona dentro de un rango específico de voltaje. Normalmente este rango de voltaje está dentro de "más diez por ciento". Si el voltaje es muy bajo, el motor eléctrico jalará mucha corriente. Si el voltaje es demasiado alto, pueden aparecer puntos calientes en el embobinado del motor.

De hecho, un mayor voltaje dará al motor eléctrico más potencia de la que puede usar. En otras palabras, el motor puede desarrollar más caballos de fuerza pero quizás el embobinado no pueda manejarlos. Si se hace funcionar continuamente al motor sobrecargado, tarde o temprano se quemará. Esto puede suceder incluso si el motor eléctrico no absorbe una corriente excesiva.

Un motor tiene dos capacidades nominales de corriente. El amperaje de plena carga (APC) es la corriente que toma mientras funciona en condiciones de plena carga a la tensión nominal. A esto también se le llama carga de recorrido. Otra capacidad nominal de corriente que se puede dar a un motor eléctrico es el amperaje con rotor enclavado. Para cada tipo de motor se encuentran estas capacidades nominales de corriente. Generalmente están impresas en la placa del fabricante de un motor abierto.

Todos los fabricantes indican el factor de servicio del motor. Por lo general este factor de servicio está impreso en la placa de identificación. En realidad el factor de servicio se refiere a los caballos de fuerza de reserva. Es decir, el factor de servicio es cuánto puede funcionar el motor con los caballos de fuerza de la placa antes de estar fuera de los límites del diseño.

La frecuencia en ciclos por segundo (cps) es la frecuencia de la corriente eléctrica que suministra la compañía de electricidad. Sobre esto no tenemos control. Los motores eléctricos están diseñados para funcionar a 60 cps. Muchos motores de 60 cps trabajarán a 50 cps, pero sólo desarrollarán 5/6 de su velocidad de régimen. La frecuencia de la energía suministrada en algunos países de América Latina y en los Estados Unidos es de 60 cps. En muchos otros países es de 50 cps.

El número de fases de la energía suministrada también está determinado por la compañía de electricidad. Normalmente, a las casas se les suministra energía monofásica, y a los locales industriales y comerciales

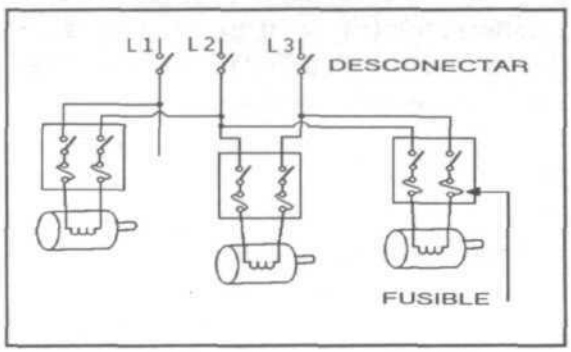


Figura 25-20. Conexión de un motor monofásico a una fuente de energía trifásica.

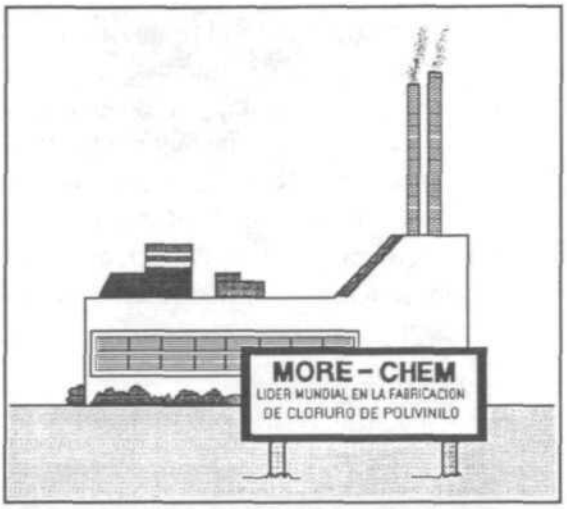


Figura 25-21. ¡Este no es silio para instalar un motor monofásico abierto!

se les suministra energía trifásica. Podemos hacer trabajar un motor monofásico con dos fases de la energía trifásica. Sin embargo, no podemos hacer trabajar un motor trifásico con energía monofásica. El motor debe corresponder al número de fases correcto de la fuente de energía. La Figura 25-20 muestra cómo conectar un motor monofásico a una fuente de energía trifásica.

Condiciones de trabajo de un motor eléctrico

Las condiciones en que trabajará el motor determinan cuál es el más económico para ese trabajo. Por ejemplo, el uso de un motor monofásico abierto, con un interruptor centrífugo de arranque, en un cuarto lleno de gases explosivos podría ser muy peligroso. Cuando se abre el interruptor centrífugo para interrumpir la energía a la bobina de arranque, podría haber una explosión. Por lo tanto, en esas circunstancias no usaríamos un motor eléctrico monofásico abierto.

En vez de eso, usaríamos uno de los muchos motores que hay a prueba de explosiones. Dichos motores vienen en cajas especiales. Son bastante costosos, por lo tanto no sería conveniente que instaláramos uno de ellos si cualquier otro funcionase igual.

Si tenemos que instalar un motor en un sitio muy sucio, debería estar en una caja para protegerlo de la mugre. Tendría, pues, muy poca ventilación para las bobinas del motor. Habría que encontrar alguna manera para desahogar el calor de las bobinas del motor.

También está el motor eléctrico resguardado. Este motor está diseñado para expulsar el agua. Se usa cuando el motor va a estar en contacto con agua.

Aislación. Un motor de aislación nos dice cómo se puede operar con seguridad el motor caliente a una temperatura determinada. La temperatura ambiente del motor es la temperatura que rodea el motor. La temperatura ambiente, más el aumento de temperatura del motor en funcionamiento, es la temperatura total que tomaremos en cuenta. A ésta se le conoce como temperatura máxima de funcionamiento permisible de las bobinas del motor.

Cojinetes

Los cojinetes tienen un papel muy importante en los motores eléctricos. La selección de los cojinetes depende de a qué irá conectado el motor y del nivel de ruido que usted desee. Los dos tipos comunes de cojinetes que se usan en los motores eléctricos son el cojinete de manguito y el cojinete de bolas.

El cojinete de manguito se usa cuando la carga es ligera y el ruido debe mantenerse a un nivel bajo. Por ejemplo, se usarían cojinetes de manguito en el motor del ventilador de un horno doméstico (un cojinete de bolas probablemente haría demasiado ruido, puesto que sus conductos actúan como amplificadores).

Los cojinetes de manguito están hechos de un material más suave que el eje del motor. Debe haber una película de aceite entre el eje y la superficie del cojinete. Esto será posible gracias al sistema de lubricación. De hecho, el eje flota en esta película de aceite y nunca debería tocar la superficie

del cojinete. Los dos tipos de sistemas de lubricación para los cojinetes de manguito son el cojinete lubricado permanentemente y el agujero de lubricación.

Los cojinetes de bolas están hechos de un material muy duro que generalmente está lubricado con grasa y no con aceite. Los motores eléctricos con cojinetes de bolas por lo general tienen cojinetes lubricados permanentemente o engrasadores. Los cojinetes de bolas lubricados permanentemente son parecidos a los cojinetes de manguito, pero estos últimos no tienen recipientes con grasa sellados en el cojinete.

Montajes del motor eléctrico

¿Cómo conectamos un motor eléctrico a lo que va a activar? En primer lugar, el motor se monta para que esté asegurado durante la operación. Se debe considerar el nivel de ruido. Las dos formas principales de montar los motores eléctricos son el montaje rígido y el montaje flexible o de caucho.

Los motores con montaje rígido en realidad van atornillados, metal a metal, al armazón del ventilador o la bomba. Todos los ruidos del motor pasarán a la tubería o los conductos. Además del ruido del cojinete está el zumbido del motor. En algunas instalaciones es preciso aislar ambos ruidos.

En los motores con montaje de caucho se usan otros métodos para aislar el ruido del motor y el de los cojinetes del armazón de metal del sistema. Se aislan en forma mecánica y eléctrica del armazón de metal. Es importante recordar esto porque podría haber una "línea caliente" peligrosa hacia el armazón del motor. El armazón podría causar muchas descargas eléctricas.

Esta situación tiene un remedio sencillo. Basta con conectar una tira a tierra desde el armazón del motor eléctrico al armazón de

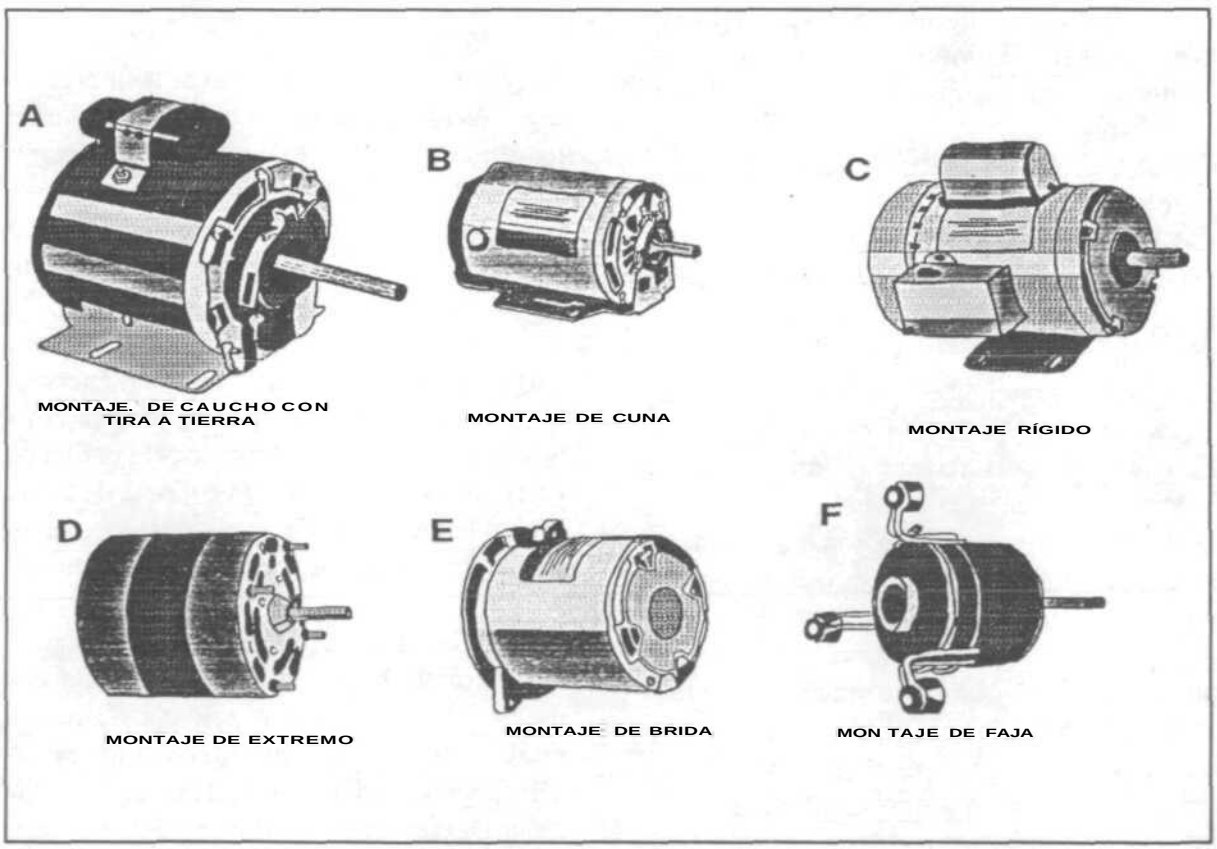


Figura 25-22. Montajes de motores eléctricos.

metal de la instalación, como se muestra en la Figura 25-22.

Los cuatro montajes básicos son:

el montaje de cuna

el montaje rígido

el montaje de extremo

el montaje de faja

El montaje de cuna. Los motores con montajes de cuna se pueden usar para aplicaciones de transmisión directa o de transmisión por banda. Tienen una cuna que se ajusta a la caja del motor en ambos extremos. El extremo de la caja está sujetado con una ménsula. Después la cuna está unida al equipo o a la base de la bomba con tornillos para máquina. Una ventaja de los motores con montaje de cuna es que se pueden quitar con facilidad. Sin embargo, sólo vienen en rangos pequeños de caballos de fuerza.

El montaje rígido. Este motor funciona como el del montaje de cuna, pero aquí la base está unida al cuerpo del motor. Si usted piensa que el motor de montaje rígido debe ser ruidoso, tiene razón. El aislamiento del ruido para este motor está en la banda que da impulso a lo que esté conectada. La banda es flexible y amortigua el ruido del motor eléctrico.

El montaje rígido se usa con frecuencia como transmisión directa para hacer girar una bomba o un compresor. Se puede usar un acoplamiento flexible entre el motor y la bomba o el compresor, como se muestra en la Figura 25-22 (C). El acoplamiento flexible ayuda a amortiguar el paso del ruido del motor eléctrico.

Motor de montaje de extremo. Generalmente estos motores son muy pequeños.

Ejercicio de **Autoevaluación**

Escoja de la lista de abajo el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego anote en las líneas de la derecha la letra que identifica el término elegido.

1. Motor que actualmente no se usa con mucha frecuencia en la industria de la refrigeración y el aire acondicionado. _____
2. Elemento que proporciona la energía eléctrica del motor eléctrico. _____
3. Factores que determinan cuál es el motor más económico para un trabajo determinado. _____
4. Definición de la temperatura que rodea a un motor eléctrico. _____
5. Tipo de montaje de motores que van atornillados, metal a metal, al armazón del ventilador o la bomba. _____

a. condiciones de trabajo
b. temperatura ambiente
c. montaje rígido
d. fuente de energía
e. motor de inducción de arranque por repulsión

Respuestas

1. e 2. d 3. a 4. b 5. c

Para asegurarlo a lo que va a mover se usan pernos y lengüetas. El motor con montaje de brida que se muestra es otra forma de montaje de extremo.

Motor de montaje de faja. Los montajes de faja tienen una banda que envuelve al motor eléctrico para asegurarlo con broches que van sujetos a las bandas. Por lo general estos motores son de transmisión directa y satisfacen muchos tipos diferentes de aplicaciones.

Transmisiones de motores eléctricos

Las transmisiones de los motores son mecanismos que conectan el motor a la carga que manejará. Para nuestros fines, diremos que el motor es el aparato que da IMPULSO y el ventilador es el aparato IMPULSADO. El propósito de la transmisión del motor es transmitir energía al elemento impulsado. Tomemos por ejemplo un motor de compresor. El motor debe transmitir al compresor su energía de rotación, de manera que pueda bombear refrigerante de la parte inferior a la parte superior del sistema. La transmisión entre el motor y el compresor puede ser por medio de bandas, directa o directa a través de acoplamientos. (Los engranes son también una forma de transmisión directa. Sin embargo, la mayoría de las veces se emplean en máquinas industriales, por lo que no los veremos aquí.)

Motor de transmisión directa. Los motores eléctricos de transmisión directa se usan comúnmente en los ventiladores, bombas y compresores. Los ventiladores pequeños y los compresores son de transmisión directa cuando se extiende el eje del motor, y de hecho el ventilador o el compresor están en el extremo del eje extendido. Con este tipo de disposición no podemos hacer muchos ajustes.

En el otro tipo de transmisión directa, instalamos un acoplamiento entre el motor eléctrico, el elemento de impulso y el elemento impulsado, como un compresor. El acoplamiento y el eje deben alinearse muy bien, de otra forma habrá vibraciones. En otras palabras, el eje del motor eléctrico y el eje del elemento impulsado deben alinearse verticalmente (de arriba a abajo) y horizontalmente (hacia los lados).

Motor de transmisión por banda. Los motores de transmisión por banda se han usado durante muchos años para hacer funcionar ventiladores y compresores. Constituyen un sistema versátil. Al cambiar el tamaño de la polea podemos cambiar la velocidad del elemento impulsado. No obstante, estos cambios de velocidad sólo pueden hacerse si el motor es capaz de controlarlos.

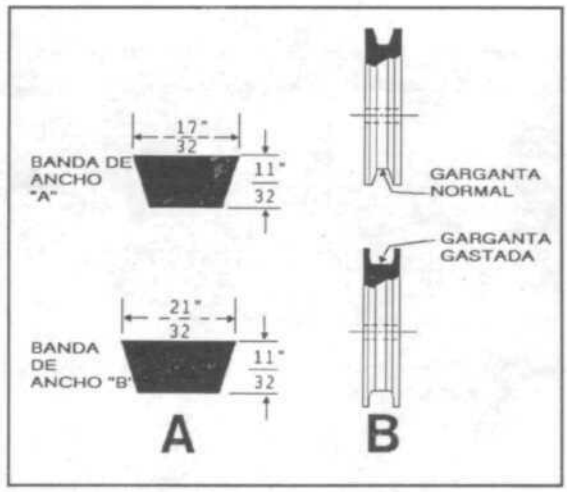


Figura 25-23. Bandas y poleas *(A)*. Ancho de las correas *(B)*. Poleas normales y gastadas (C).

Las bandas son de muchos tipos, tamaños y agarres diferentes. El ancho se marca con A y B, como se muestra en la Figura 25-23. Una banda de ancho A no se puede usar con una polea de ancho B, o viceversa.

Si la transmisión tiene más de una banda, se deben usar bandas apareadas.

Ambas bandas deben tener exactamente la misma longitud. Por ejemplo, una banda marcada "36 pulgadas" en realidad puede ser de 36 1/4 pulgadas. Las bandas desiguales no

jalarán de manera uniforme. La banda más larga llevará la mayor parte de la carga y se desgastará primero.

Reparación de los motores eléctricos

Los problemas de los motores eléctricos pueden dividirse en dos tipos: mecánicos y eléctricos. Algunas veces, los problemas mecánicos pueden parecer problemas eléctricos, o los problemas eléctricos pueden parecer problemas mecánicos.

Por ejemplo: quizás el cojinete que funciona en un motor con capacitor de división permanente no haga ningún ruido y el motor no arranque. Podríamos suponer que éste es un problema eléctrico. Es importante que el técnico sepa diagnosticar el problema. Esto se aplica particularmente a los motores eléctricos abiertos.

Es fácil confundir un componente impulsado que se atora con una falla eléctrica, y reemplazar el motor cuando en realidad lo que debe cambiarse es el componente impulsado.

Si el componente que se atranca es un compresor hermético, se debe reemplazar todo el compresor. Si el compresor hermético es resistente, más bien hay que cambiar el motor o el engrane de funcionamiento.

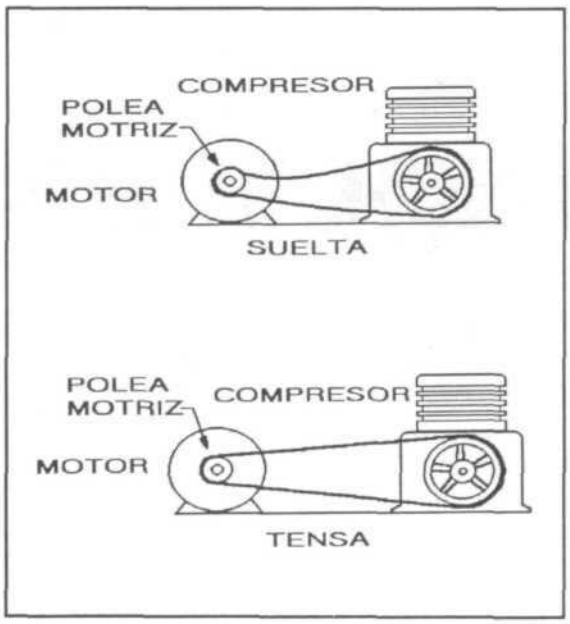


Figura 25-24. Tensión de las bandas.

Problemas mecánicos

Los problemas mecánicos de un motor eléctrico normalmente ocurren en los cojinetes o en el eje en que está unida la transmisión. Las bandas y las poleas se desgastarán como cualquier otra superficie móvil o deslizante. Cuando una polea empieza a desgastarse, la superficie se pone rugosa y las bandas se desgastan. Las bandas deben tener la tensión adecuada o el motor funcionará con sobrecarga. Vea la Figura 25-24.

La falta de lubricación también puede afectar a los cojinetes, y apretarlos o desgastarlos. Pueden caer partículas duras en los cojinetes de algunos motores eléctricos abiertos, y hacer que éstos se desgasten. Un problema de vibración puede originarse por cosas como un ventilador lleno de polvo, o

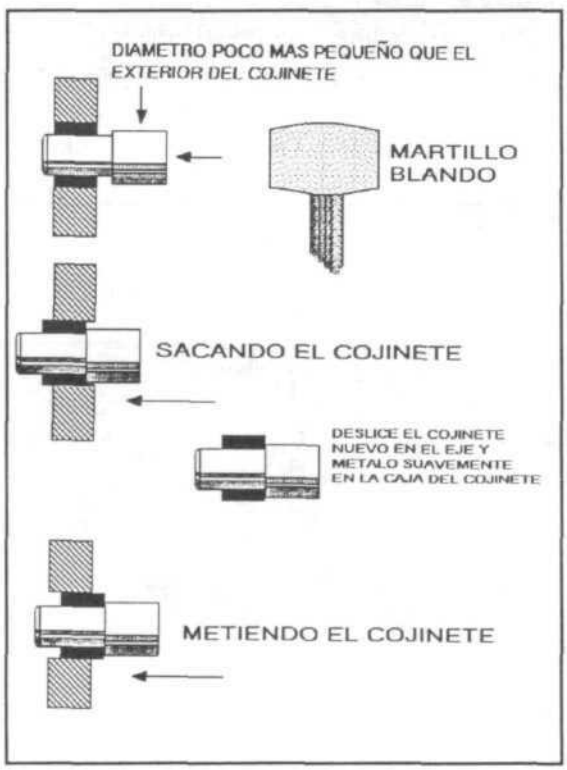


Figura 25-25. Cómo quitar e instalar los cojinetes de manguito.

por líquido dentro del compresor.

Cuando fallan ¡os cojinetes, se pueden reemplazar. Si el motor es pequeño, puede resultar más barato reemplazarlo ya que costaría más reemplazar los cojinetes. Cuando hablamos de costo nos referimos a algo más que el mero valor de los cojinetes. También nos referimos a su valioso tiempo. Se deben conseguir los cojinetes, quitar el motor, reemplazar los cojinetes y volver a armar el motor. También hay que usar algunas herramientas especiales para quitar los cojinetes. La Figura 25-25 muestra cómo quitar o sacar el cojinete de manguito, y cómo meter el nuevo cojinete de manguito.

Cómo quitar la polea de la transmisión. Para quitar el motor, quizás tengamos que quitar del eje del motor la polea, el acoplamiento o una rueda del ventilador. Quizás estén muy apretados la adaptación del eje y el montaje al que está unido. Por lo tanto, debemos tener mucho cuidado al quitar la polea del eje del motor o el motor del montaje.

Recuerde que la polea puede haber estado funcionando en este eje del motor durante muchos años. Podría estar llena de óxido. Quizás tenga que usar un extractor especial, u otras herramientas especiales que se muestran en la Figura 25-26. Quizás tenga que seguir algunas instrucciones especiales.

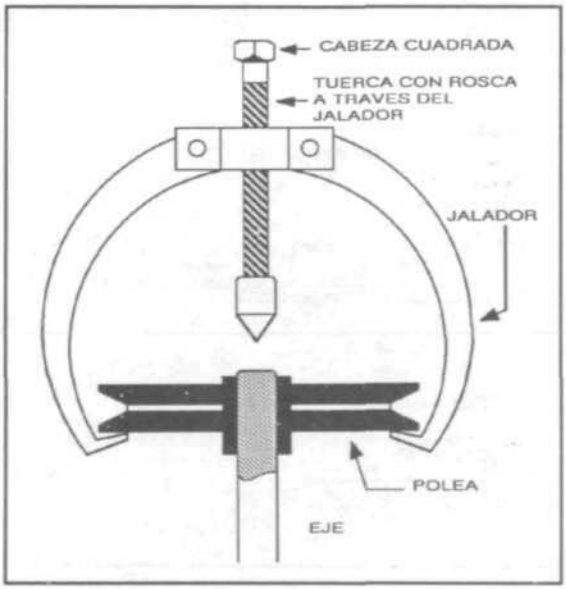


Figura 25-26. Jalador o tirador de polea.

Muchas de las poleas están unidas al eje del motor eléctrico con tornillos de ajuste atornillados al montaje y apretados contra el eje. Generalmente, hay una parte plana en el eje, para que entre o se ajuste el tornillo. Esto evita que se dañe la superficie del eje. El tornillo de ajuste es de acero muy fuerte, mucho más que el del eje del motor eléctrico.

En los motores más grandes con un mayor par de rotación, se emplea una muesca posicionadora. La muesca (o agujero) posicionadora normalmente está trabajada en el eje y la polea. Esta muesca proporciona una unión mejor entre el eje del motor y la polea. Empleamos un tornillo de ajuste para hacer presión en el saliente de posicionamiento, a fin de cerciorarnos de que la muesca posicionadora esté asegurada al eje del motor. Si tratáramos de sacar el eje del motor de una polea que aún está unida al eje, se podría deformar el extremo del eje del motor. No sólo eso, sino que el eje del motor nunca pasaría por la polea sin dañarse. Es por eso

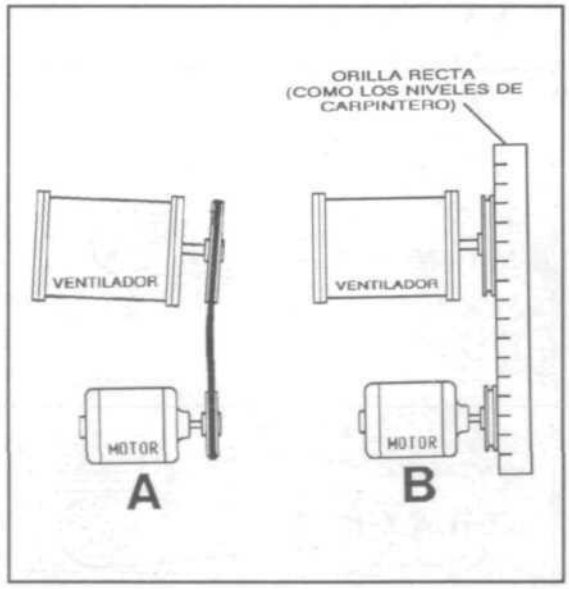


Figura 25-27. Ajuste de poleas. Banda demasiado tirante *(A).* Alineación adecuada de las poleas *(B).*

que aflojamos el tornillo de ajuste y el saliente de posicionamiento antes de tratar de quitar la polea del eje del motor.

Tensión de la banda. Muchos motores fallan debido a las bandas demasiado apretadas y a una mala alineación. Conozca las especificaciones para la tensión de las bandas de los sistemas de transmisión por banda. Las bandas demasiado apretadas provocan tensión en los cojinetes y éstos se desgastan antes de tiempo. La Figura 25-27 muestra lo que sucede cuando una banda está demasiado apretada.

Es muy importante la alineación de las poleas. Si el eje del motor eléctrico y el eje de la transmisión no están paralelos, se provoca tensión en los mecanismos de la transmisión del eje.

Problemas eléctricos

Los problemas de los motores eléctricos son los mismos que los de los motores herméticos y abiertos. Es un poco más sencillo reparar los motores abiertos puesto que a menudo se puede ver el problema. Si el motor se quema, se pueden ver las bobinas quemadas a través de la placa lateral.

Como no puede verse el interior de los motores herméticos, se emplean instrumentos para diagnosticar el problema. Los tres problemas más comunes de los motores eléctricos son:

una bobina abierta

un cortocircuito de las bobinas a tierra

un cortocircuito de una bobina a otra

Bobinas abiertas. Con un ohmetro se puede hallar una bobina abierta en un motor. Cada motor debe tener un valor de resistencia conocido de una terminal a otra, para funcionar cuando se aplica energía a las bobinas. Los motores monofásicos deben tener voltaje aplicado en la bobina de arranque durante el arranque, y luego en la bobina de recorrido al funcionar. La Figura 25-28 muestra un motor con bobina abierta.

Bobinas en cortocircuito. Los cortocircuitos en las bobinas ocurren cuando los conductores de las bobinas entran en contacto. Esto provoca una trayectoria corta para que fluya la energía eléctrica. Las bobinas de los motores eléctricos son alambres de cobre recubiertos con un aislante. Si este aislante se quema o se raspa, puede provocar un corto en la siguiente bobina.

Pocas veces se puede determinar la resistencia de la bobina, así que no sabemos si tenemos una bobina defectuosa. Con un motor abierto, podemos desconectar las cargas del motor. Si el motor arranca y trabaja, quiere decir que la carga era excesiva para el motor, y que no había ningún problema con el motor eléctrico.

Cortocircuito del armazón. Con un buen ohmetro se puede detectar un cortocircuito proveniente de una bobina a tierra o al armazón de un motor eléctrico. No se debe detectar ninguna lectura en el ohmetro cuando medimos entre cualquier bobina y el armazón (tierra).

Arranque del motor. Los síntomas de los problemas con el arranque del motor incluyen:

El motor zumba y luego se para.

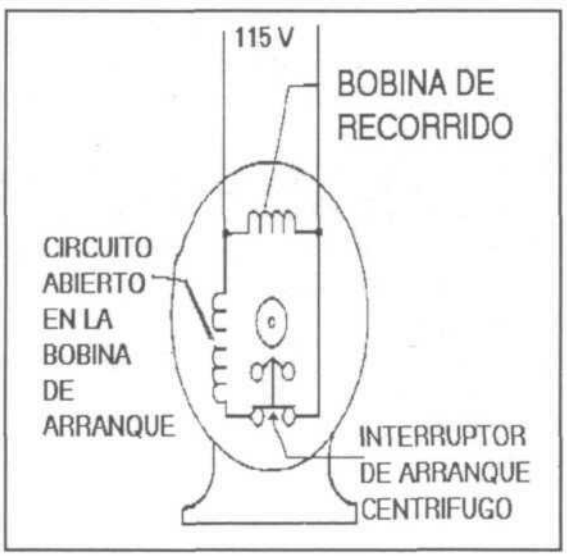


Figura 25-28. Motor eléctrico con una bobina abierta.

El motor funciona por periodos cortos y luego se para.

El motor ni siquiera intenta arrancar.

Ahora debemos decidir si el problema es mecánico, eléctrico, o un problema de circuito o de carga. Si se trata de un motor abierto, desconéctelo y trate de hacerlo girar con la mano. Si el problema es el ventilador o la bomba, debe ser fácil hacerlo girar. Si es un compresor, quizás sea difícil hacer girar el eje. Tal vez tenga que usar una llave para agarrar el acoplamiento. ¡Cerciórese de haber desconectado la electricidad!

Si el motor y la carga giran libremente, examine las bobinas y los componentes del motor. Si el motor zumba y no arranca, quizás tenga que reemplazar el interruptor de arranque, pues de otra manera se quemarían las bobinas.

Cables y conexiones. Los cables y las conexiones que suministran la energía al motor eléctrico deben estar en buenas condiciones. Cuando se afloja una conexión, se oxida el alambre de cobre. La oxidación actúa como resistencia eléctrica. Eso hace que la conexión se caliente aún más, lo que a su vez provoca una mayor oxidación.

Evidentemente, esto seguirá empeorando hasta que no se arregle. Las conexiones flojas hacen que haya un bajo voltaje en el motor y en condiciones de corriente excesiva. Las conexiones flojas parecen contactos sucios y se pueden encontrar con un voltímetro. Si una conexión está lo suficientemente floja como para provocar una situación de corriente excesiva, con frecuencia se puede identificar por el aumento de temperatura.

Ejercicio de **Autoevaluación**

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Los motores eléctricos de transmisión_____se usan comúnmente en los ventiladores, bombas y compresores.
2. Los problemas de los motores eléctricos pueden dividirse en dos tipos: mecánicos y _____.
3. Cuando fallan los cojinetes de un motor, se pueden reemplazar. Si el motores_____, puede resultar más barato reemplazarlo, ya que costaría más caro reemplazar los cojinetes.
4. Muchos motores fallan debido a las_____demasiado apretadas y a una mala alineación.
5. Los cortocircuitos en las bobinas ocurren cuando los conductores de las bobinas entran en _____.

Respuestas

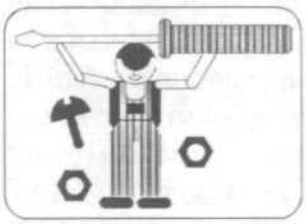
1. directa 2. eléctricos 3. pequeño 4. bandas 5. contacto

Resumen

Al final de esta lección conocerá usted lo que es un motor monofásico y también las tres clases principales en que se agrupan: motores en serie, motores sincrónicos y motores de inducción. Habrá aprendido igualmente los principales tipos de motores monofásicos: motores de CA en serie, sincrónicos, de fase dividida, de arranque con resistencia, arrancadores para motores de fase dividida, de polo sombreado, de arranque con capacitor, de división permanente con capacitor, con capacitor de arranque y capacitor de recorrido, y de inducción de arranque por repulsión.

También sabrá para qué se utilizan todos estos tipos de motores. Por ejemplo, los motores de polo sombreado se emplean en ventiladores pequeños, mientras que el motor con capacitor de arranque y capacitor de recorrido se usa generalmente para aire acondicionado y refrigeración, en modelos que van desde 3/4 hasta 10 o más caballos de fuerza. Conocerá asimismo que la principal ventaja de un motor trifásico es tener un alto par de rotación, lo que le permite no necesitar bobinas de arranque, capacitores de arranque ni interruptores centrífugos, con la consiguiente simplificación de mantenimiento. También habrá aprendido ya la información que necesita para cambiar un motor eléctrico: la fuente de energía, el tipo de trabajo en que se va a emplear, la clase de aislante del motor y las características de la montura. Estará igualmente consciente del importante papel que desempeñan los cojinetes en los motores eléctricos, y de cuáles son los tipos más comunes. También sabrá que un motor eléctrico se conecta a aquello que va a activar por medio de montajes, que pueden ser rígidos o flexibles, según se requiera; y que las transmisiones son mecanismos que conectan el motor a la carga que tiene que manejar. Hay tres tipos de transmisiones: directa, por bandas y directa con acoplamiento. Dominará, por último, todos los aspectos de la reparación de motores eléctricos, tanto de los que tienen problemas mecánicos como de los que tienen problemas eléctricos. Los problemas mecánicos tienen principalmente lugar en los cojinetes o en el eje en que está unida la transmisión. Los eléctricos más importantes son una bobina abierta, un cortocircuito de las bobinas a tierra y un cortocircuito de una bobina a otra.

¡Enhorabuena por haber llegado tan lejos! Siga por el buen camino.



Tareas Prácticas

Detección de problemas en un motor eléctrico

Materiales que usted necesitará
- Un motor eléctrico
- Un ohmetro
- Caja de herramientas
- Comprobador de armaduras

Información previa

Los motores convierten la energía eléctrica en energía mecánica. Los motores, como los circuitos eléctricos, se dividen en dos categorías generales, según el tipo de corriente involucrada: directa y alterna.

Los motores de corriente alterna se clasifican en dos divisiones principales (según el tipo de potencia usada):

Monofásicos

Polifásicos (trifásicos)

En refrigeración y aire acondicionado se emplea mayormente el motor de tipo trifásico, para equipos de uso industrial, y el motor monofásico, para equipos de uso doméstico. El más usado es el motor con capacitor.

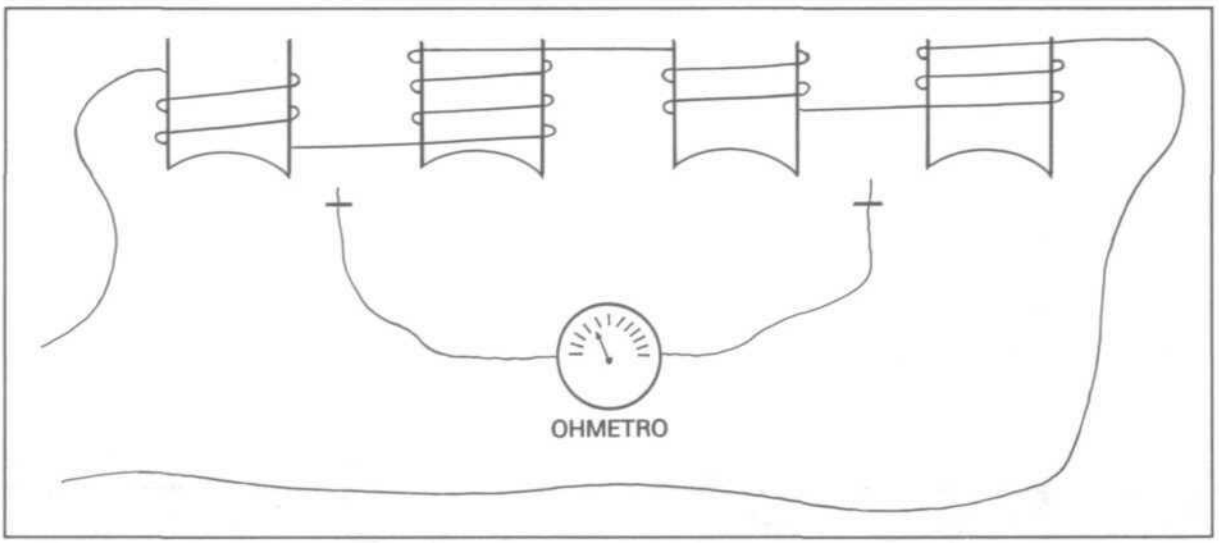
El motor con capacitor de arranque tiene un arreglo de devanado del motor similar al del motor de fase dividida. Un componente adicional, un capacitor, se alambra en serie con el interruptor centrífugo y el devanado de arranque. En este motor, el capacitor causa una corriente "adelantada" y. así, el devanado de arranque está fuera de fase con el devanado de marcha. De nuevo, en este tipo de motor, cuando el rotor alcanza el 75% de su velocidad nominal, el interruptor centrífugo saca el devanado de arranque y el capacitor fuera del circuito eléctrico.

Lo que usted deberá hacer

Realizar una revisión práctica de un motor eléctrico para detectar la posible falla.

Procedimiento

1. Conecte el motor a la línea de corriente y observe si trabaja adecuadamente.
2. Si no trabaja, verifique el fusible. De encontrarse éste en mal estado, reemplácelo.
3. Si el motor no trabaja convenientemente, revise cada una de las escobillas para verificar si alguna está sucia o trabada. Esto provocaría que la escobilla no hiciese la presión adecuada sobre el conmutador y ello equivaldría a la existencia de un punto cortado (abierto) en el embobinado, lo cual originaría que no fluyera corriente en el circuito de la armadura.
4. Si ya limpias y destrabadas todas las escobillas, el motor aún no funcionase, verifique que el circuito de armadura no esté abierto. Las causas que pueden originar este problema son: rotura del alambre de conexión de la escobilla, conexión defectuosa entre el interpolo y la armadura, rotura del alambre del interpolo, dos o más bobinas abiertas en la armadura o conmutador sucio. El conmutador sucio debe limpiarse con una tela suave y en seguida lijarse con lija fina (poco áspera), limpiando después la suciedad con sumo cuidado, especialmente la que queda entre las barritas del conmutador.
5. Si después de haber cambiado el fusible, el motor no trabajase y aquél se quemara de nuevo, verifique si existe campo a tierra o en corte. Si estuviese quemado del todo, se podría observar fácilmente. Pero si se trata de un corto, hay que ubicarlo median-



te pruebas. A veces un motor en tales condiciones gira más velozmente sin carga, pero chispeando demasiado. La manera de hacer una prueba para verificar si existe campo a tierra o en corte es valiéndose de un ohmetro, como se muestra en la figura.

6. Si no existe campo a tierra ni en corte, y la armadura no gira o lo hace muy lentamente, verifique la existencia de corto en la armadura o en el conmutador. Para comprobar esta falla debe colocarse la armadura sobre un comprobador, el cual consiste en una serie de placas puestas, perfectamente unidas unas a otras, y donde se ha enrollado una bobina, la cual se conecta a la línea de alimentación.
   Se coloca una hojilla de sierra a lo largo de la armadura conectada y se va observando. Mientras no haya cortos, la hojilla estará estacionaria, pero si al rotar lentamente la armadura, se coloca la hojilla sobre una ranura que lleva la bobina en corte, la hojilla comenzará a vibrar velozmente produciendo un ruido sordo.
7. Cuando al trabajar el motor presenta un ruido o chirrido, se puede deber a que los cojinetes se encuentran en mal estado. Esto puede provocar que la armadura toque los campos. El único remedio es reemplazar el cojinete defectuoso.
8. Cuando se sobrecarga un motor, es posible que no pueda girar libremente y que adquiera considerable temperatura. Para comprobarlo, se le quita la carga un momento y se observa si gira perfectamente.

Conclusiones

Los problemas que puede presentar un motor eléctrico son diversos y, aunque el técnico de servicio en refrigeración y aire acondicionado no está obligado a convertirse en un experto en la reparación de motores eléctricos, es conveniente que conozca las causas principales que ocasionan la mayoría de los problemas, y cómo solucionar los más sencillos que se le presenten.

...y después, ¿qué sigue?

¿Qué es la inductancia mutua? ¿Cómo se aplica a los motores la teoría de los transformadores? ¿Cuáles son los componentes básicos de los motores de fase dividida? ¿Qué forma tiene el estator y qué contiene? ¿Cómo se compara un motor de CA con un motor de CD? ¿Cómo se induce un voltaje en el rotor? ¿Para qué sirve el devanado de arranque?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola repuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. El motor eléctrico que funciona con 115 volts, 60 Hz o 115 volts de CD, y que también puede trabajar con 230 volts, 60 Hz o 230 volts de CD, operando con CD o Ca, es

a. el motor universal.
b. el motor trifásico.
c. el motor de fase dividida.
d. el motor de polo sombreado.

2. En los motores sincrónicos, el campo magnético se desarrolla por medio del

a. conmutador.
b. condensador.
c. estator.
d. rotor.

3. El motor de inducción de fase dividida se usa en tamaños que van desde 1/30 de caballo de fuerza hasta

a. 1/2.
b. 3/4.
c. 1/4.
d. 1.

4. El motor de arranque con reactor es otra forma de motor de

a. polo sombreado.
b. corriente alterna.
c. corriente directa.
d. fase dividida.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES

Calificación

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1	2
3	4
5	6
7	8
9	10

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección **L425**

5. El motor de arranque con capacitor se usa con mayor frecuencia para impulsos de trabajos pesados como las bombas, los compresores y los
   a. ventiladores.
   b. refrigeradores.
   c. calentadores.
   d. condensadores.

6. Normalmente, los capacitores de arranque son electrolíticos y los capacitores de recorrido son de
   a. gas.
   b. agua.
   c. refrigerante.
   d. aceite.

7. Una de las cosas buenas de los motores trifásicos es la facilidad que tienen para cambiar la dirección de
   a. montaje.
   b. conexión.
   c. rotación.
   d. instalación.

8. En general, a las casas-habitación se les suministra energía eléctrica
   a. monofásica.
   b. trifásica.
   c. polifásica.
   d. directa.

9. Los cojinetes de bolas están hechos de un material muy duro que generalmente está lubricado con
   a. aceite,
   h. diesel.
   c. grasa.
   d. solvente.

10. En el montaje de un motor eléctrico, el acoplamiento y el eje deben alinearse muy bien; de otra forma habrá
   a. cortocircuito.
   b. sobrecarga.
   c. desconexiones.
   d. vibraciones.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

La habilidad es diamante en bruto

Un valioso diamante sepultado en las entrañas de la tierra no tiene valor alguno. Hay que sacarlo y limpiarlo, tallarlo y pulirlo, para que brille y centellee con rodo su esplendor .

Nuestra habilidad tampoco tiene valor práctico si la mantenemos oculta. Para cosechar de ella todos los beneficios y ventajas hay que ponerla en acción, perfeccionándola y reforzándola constantemente con la práctica.

La habilidad es el valor intrínseco del estudio, es un tesoro que guardamos en nuestra mente y que, al explotarlo juiciosamente, hacemos aumentar el valor, perfeccionándolo con la experiencia que adquirimos.

Ralph Hemphill

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. Inducción....3
3. Los componentes....7
4. Cómo se comparan los motores de CA con los motores de CD....10
5. El suministro de energía....11
6. El arranque del motor de fase dividida....13
7. Resumen....22
8. Tareas prácticas....23
9. Examen....25

Inducción magnética

L426- 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Inducción, 3
- Teoría de los transformadores, 4
- Inductancia mutua, 4
- Aplicación del transformador en los motores de inducción, 5

Los componentes, 7
- El estator, 8
- El rotor, 9

Cómo se comparan los motores de CA con los motores de CD, 10

El suministro de energía, 11

El arranque del motor de fase dividida, 13
- Devanados de arranque, 15
- El interruptor centrífugo, 17
- El relevador de arranque, 18
- El motor de fase dividida de arranque con resistencia, 20
- El motor de fase dividida de arranque con reactor, 21

Resumen, 22

Tareas prácticas:
- Comparación de los motores con capacitor y sin capacitor, 23

Examen, 25

Introducción

En muchos sistemas de refrigeración y aire acondicionado se usa un compresor de uno u otro tipo. Como usted ya conoce, un compresor es una especie de bomba. Mantiene al refrigerante circulando por el sistema. En este curso, varias veces nos hemos referido al compresor como corazón del sistema. Sin embargo, esta bomba no funciona por sí sola; necesita algo que la impulse. Ese algo es un motor eléctrico.

Como seguramente usted recuerda, la electricidad es un tipo de energía. Los motores convierten la energía eléctrica en energía mecánica. Esta energía mecánica es la que impulsa al compresor. Los compresores funcionan con motores abiertos o sellados. Según hemos visto, existen tres tipos principales de compresores: el abierto, el hermético y el semihermético. Se usan motores para impulsar cualquiera de los tres tipos. La diferencia es la ubicación del motor en relación con el compresor. En el sistema abierto, el motor y el compresor se encuentran en bastidores separados. En el sistema semihermético, están en el mismo bastidor, pero éste se encuentra sujeto por un perno, de manera que el técnico lo pueda abrir fácilmente. En el sistema hermético, el motor y el compresor se encuentran en el mismo bastidor, pero éste está soldado y es de difícil acceso. En esta lección conocerá acerca de los motores que pueden usarse para impulsar los compresores utilizados en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado.

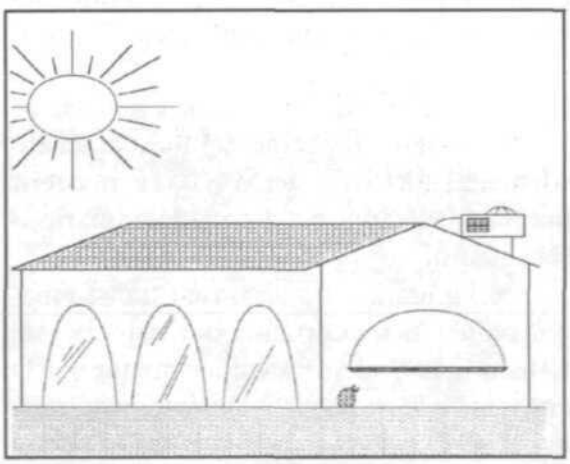


Figura 26-1. Los motores impulsan los compresores de los acondicionadores de aire que mantienen frescas las casas durante la temporada de calor.

Los motores eléctricos se usan también para impulsar otros componentes de los sistemas de REAC, tales como ventiladores y bombas. Por ejemplo: los motores se usan para impulsar bombas de aceite y bombas de agua. En esta lección verá cuáles son los componentes que necesitan la energía que proporcionan los motores, así como los tipos de motor que se utilizan.

Aunque son pocas las veces que un técnico en REAC necesita reparar motores eléctricos, es conveniente que conozca algo de ellos. Para diagnosticar correctamente los problemas, debe comprender cómo funcionan los motores. Además, habrá ocasiones en las que tendrá que desarmar y volver a armar un motor eléctrico. Por esta razón lo invitamos a que ponga el máximo cuidado en el estudio de esta lección.

Definiciones y descripciones

Esta sección resulta innecesaria en esta lección, pues casi todos los términos aquí utilizados se definieron en las lecciones 24 y 25. Los nuevos términos son pocos, y los definiremos sobre la marcha.

Inducción

Una manera de entender la inducción y los motores de CA consiste en comprender la teoría de los transformadores. El transformador es un dispositivo de CA. Es uno de los dispositivos más notables jamás inventados. No tiene partes movibles, hace su trabajo día tras día y necesita muy poco cuidado. De hecho, el transformador puede desempeñar

muchas tareas diferentes, algunas de las cuales se mencionan a continuación:

- Modificar las fases
- Igualar las impedancias
- Aislar la electricidad
- Aumentar el voltaje
- Disminuir el voltaje
- Estabilizar el voltaje

Teoría de los transformadores

Un transformador sencillo se compone de dos espirales enrolladas en un núcleo de hierro, cerrado, como se muestra en la Figura 26-2. Estas espirales se encuentran eléctricamente separadas, pero magnéticamente conectadas. Las espirales están aisladas una de la otra y, naturalmente, aisladas del núcleo de hierro. Se provee de electricidad a uno de los devanados, al que se le llama devanado primario. Luego, el devanado primario *transfiere* la electricidad al devanado secundario que, a su vez, entrega la electricidad a lo que llamamos la carga. La carga es el dispositivo que utiliza la electricidad.

Es frecuente que se usen transformadores en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado. Conforme usted avance en el curso, conocerá más acerca de estos transformadores. Por lo general, se usan para disminuir el voltaje que llega al sistema. Muchas veces,

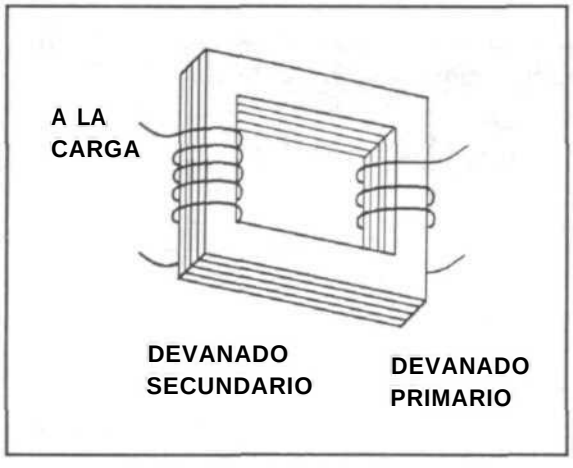


Figura 26-2 En un transformador, se le suministra electricidad al devanado primario.

transforman 240V o 120V en 24V. A eso se le llama disminuir el voltaje. Ya disminuido, el voltaje se usa para hacer funcionar dispositivos de bajo voltaje como, por ejemplo, los termostatos.

Los dos tipos básicos de transformadores son los que tienen un núcleo de hierro blando y los que carecen de él. Si tiene núcleo, se conoce como transformador de núcleo de hierro. Normalmente, los transformadores de núcleo de hierro son transformadores de frecuencias radiofónicas. Si no tiene núcleo, se conoce como transformador de núcleo de aire. Los transformadores de núcleo de aire se usan como transformadores de frecuencia intermedia de audio o de potencia.

Para nuestros fines, lo único que nos interesa es la transferencia de la fuerza eléctrica del devanado primario al secundario. Esta transferencia es la que hace que el sencillo transformador se asemeje tanto al motor de inducción.

Inductancia mutua

Esto es lo que hace que ocurra la transferencia. El devanado primario transfiere el voltaje al devanado secundario de acuerdo con el principio de la inductancia mutua. La inductancia mutua es la capacidad de una espiral para inducir un voltaje en otra espiral. Recuerde que el transformador es un dispositivo de CA.

La inductancia mutua ocurre a causa de los cambios de dirección del flujo de la corriente. El núcleo de hierro ayuda a transferir la energía eléctrica del devanado primario al secundario.

La Figura 26-3 muestra un transformador reductor. La corriente que sale de este transformador tiene un voltaje menor que la corriente que entra en él. Durante la primera mitad del ciclo, la corriente fluye por el devanado primario en sentido contrario al de las manecillas del reloj. A medida que la corriente se acumula, produce un campo magnético en la dirección opuesta. Los sím-

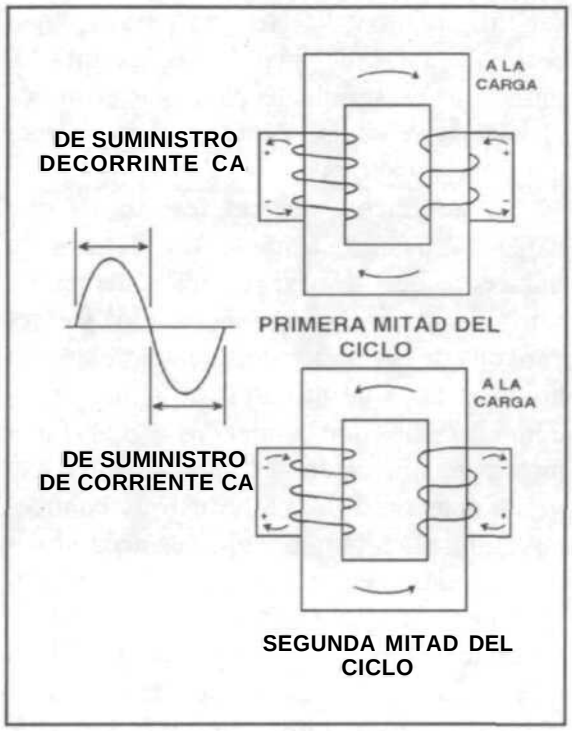


Figura 26-3. La acción transformadora en un transformador reductor.

bolos de más y de menos indican el campo magnético. Luego, a medida que la corriente se invierte y fluye por el devanado primario en el sentido de las manecillas del reloj, también el campo magnético se invierte. Tome nota de que la dirección del campo magnético permanece opuesta al flujo de la corriente por el devanado primario.

El campo magnético producido por el devanado primario induce electricidad en el devanado secundario. Esa electricidad es de un voltaje más bajo, porque el alambre da menos vueltas en el devanado secundario que en el primario. En el caso de un transformador elevador, en el devanado secundario se ven más vueltas del alambre que en el primario. Si un transformador tuviera la misma cantidad de vueltas en los dos devanados, estabilizaría la corriente.

¿Cuál es la razón de que un transformador sea, estrictamente, un dispositivo de CA? Pues que la corriente CD fluye sólo en una dirección. Para que se produzca inductancia mutua, se necesita que la corriente cambie de dirección. Sin inductancia mutua, no hay transferencia de voltaje desde el devanado primario hasta el secundario.

Excepto en casos muy especiales, los transformadores se usan sólo con corriente CA. Cuando a un devanado primario se le aplica voltaje de CD, no se induce ningún voltaje en el devanado secundario. Cuando se pone CD en el devanado primario, se induce voltaje en el devanado secundario únicamente mientras el campo magnético está aumentando al máximo o cuando el campo está disminuyendo después de que se le quitó la CD.

Aplicación del transformador en los motores de inducción

Ahora necesitamos comprender cómo se aplica a los motores la teoría de los transformadores. Fíjese en la Figura 26-4. Se nota de inmediato que se diferencia de un transformador de núcleo de aire por el dispositivo que tiene entre los devanados. Claro está que los transformadores de núcleo de hierro tie-

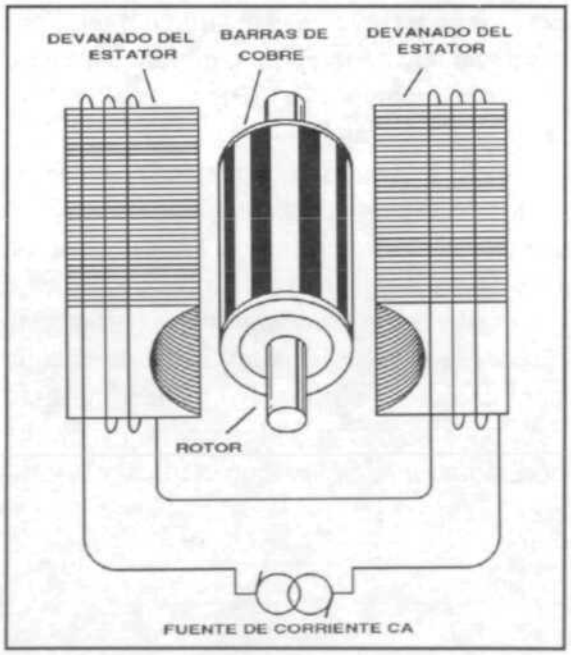


Figura 26-4. Motor de inducción monofásico básico de CA.

nen un núcleo de hierro entre los devanados. En los motores, el núcleo que va entre los devanados se llamar rotor.

Este aparato es un transformador rotatorio, conocido también como motor de inducción de jaula de ardilla. Es un motor monofásico básico de inducción de CA. Fíjese en los devanados del estator. Más adelante, en esta misma lección, estudiaremos los devanados con más detenimiento. En este motor, los devanados del estator son los primarios y el rotor es el secundario. Fíjese que no hay ninguna conexión entre el rotor y los devanados del estator. No están conectados eléctricamente. Sin embargo, en cuanto se aplique corriente eléctrica a los devanados del estator, el estator y el rotor quedarán conectados magnética y eléctricamente.

La corriente eléctrica se aplica en los primarios (los devanados del estator) y se induce en el secundario (el rotor). Debe ser inducida tal y como lo conoció usted en sus lecturas sobre la inductancia mutua. Conforme la corriente se acumula en los devanados del estator, produce un campo magnético en una dirección. Luego, conforme la corriente se invierte y fluye en el sentido del reloj por los devanados primarios, también se invierte el campo magnético e induce corriente en el secundario, el rotor.

Cuando se aplica corriente en los devanados del estator, el aparato de la Figura 26-4 zumba y se calienta, pero su rotor no gira. En este aparato, la inducción no es suficiente para hacer que el rotor comience a girar. Este motor requiere alguna otra fuente de energía para comenzar a girar. No se necesita gran cantidad: basta con darle vueltas a la flecha con la mano. Una vez que comience a girar seguirá girando todo el tiempo que se aplique corriente a los devanados del estator. La inducción es suficiente para que el motor alcance la velocidad debida, así como para que continúe girando.

¡Naturalmente que no se trata de que hagamos arrancar a mano los motores de inducción que se usan en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado! De hecho, una de las grandes diferencias entre los diversos tipos de motores de inducción es cómo hacemos que comiencen a girar. En el motor de inducción de fase dividida hay varias maneras de hacer que el rotor comience a girar. Los motores monofásicos de inducción están hechos de tal manera que aprovechan el principio mismo de la inducción para hacer que el rotor comience a girar. Esta diferencia de los métodos de arranque también repercute en otros factores. El motor de fase dividida, por ejemplo, es mucho más eficiente que el motor monofásico de inducción. Más adelante en esta misma lección veremos algo más sobre estas diferencias. Por lo pronto, vamos a ver las semejanzas.

Tanto el motor monofásico de inducción como el motor de fase dividida son motores monofásicos de CA. Los dos funcionan con base en el principio de inducción. Ya hemos estudiado estos dos puntos. Los dos motores se asemejan de otras tres maneras. Una: usan los mismos componentes, aunque el estator del motor monofásico de inducción está fabricado de manera ligeramente distinta. Dos: se diferencian de igual manera de los motores de CD, o de corriente directa. Tres: usan la misma fuente de energía eléctrica. En las tres secciones que siguen, veremos en detalle cada una de estas semejanzas.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V *si considera verdadera la afirmación, o la letra* F *si la considera falsa.*

1. El transformador es un dispositivo de CA.	F	V
2. La inductancia mutua es la capacidad de una espiral para inducir un amperaje en otra espiral	F	V
3. En un transformador, el campo magnético producido por el devanado primario induce electricidad en el devanado secundario.	F	V
4. En los motores eléctricos, el núcleo que va entre los devanados se llama impulsor.	F	V
5. Tanto el motor monofásico de inducción como el motor de fase dividida son motores monofásicos de CA.	F	V

Respuestas

1. V 2. F (Es la capacidad de una espiral para inducir un voltaje en otra espiral) 3. V 4. F (Se llama rotor.) 5. V

Los componentes

A continuación, se enumeran los componentes básicos de los motores de fase dividida y monofásicos de inducción:

- Un bastidor
- Un estator con devanados
- Un rotor
- Una flecha
- Dos campanas para los extremos
- Chumaceras o cojinetes
- Pernos y tuercas

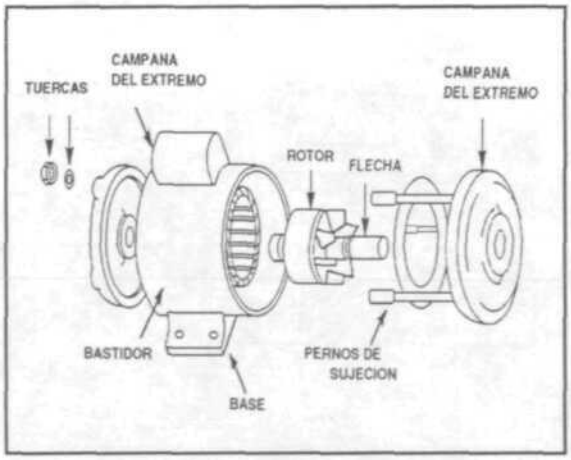


Figura 26-5. Componentes básicos de los motores de fase dividida y monofásicos de inducción.

El bastidor, las campanas para los extremos y los pernos y tuercas sujetan en su sitio el rotor con el estator. Las chumaceras o cojinetes permiten que el rotor gire suave y fácilmente. Las chumaceras se fabrican con precisión a fin de que dejen al rotor el juego longitudinal apropiado. En las unidades de compresor hermético, es frecuente que las chumaceras del compresor sean al mismo tiempo las del rotor. La flecha transfiere la energía del motor al dispositivo que impulsa. Los dos componentes principales son el estator y el rotor.

El estator

Esta es la parte estacionaria de los motores eléctricos, y se conoce también como marco o bastidor. Contiene los polos y los devanados, y por lo general es de forma cilindrica. También la placa de identificación va montada en el estator.

Muchas veces, el estator de un motor de fase dividida tiene dos polos con devanados de alambre aislados, aunque a veces se usan cuatro polos. Cuando se les aplica la corriente eléctrica, los devanados del estator contribuyen a producir el campo magnético que mantiene girando el rotor. Los devanados de alambre deben estar aislados; de lo contrario, provocarían cortocircuito unos con los otros, así como con el marco del motor.

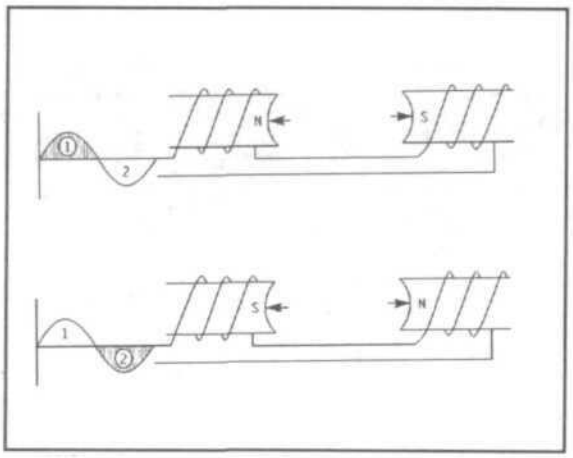


Figura 26-6. Los polos del estator cambian junto con la corriente de CA, y producen un campo magnético que hace girar el rotor.

Cuando se aplica una corriente eléctrica a los devanados de marcha, los polos del estator se magnetizan y adquieren un polo norte y un polo sur. El voltaje aplicado a los devanados de marcha es un voltaje alternativo, o sea, que cambia de dirección con regularidad. Cuando este voltaje de CA cambia de dirección, también se invierten los polos magnéticos del estator. Esto ayuda a formar el campo magnético que hace girar el rotor. Para que un voltaje de 60 ciclos funcione normalmente, la polaridad del voltaje cambia 60 veces por minuto. ¡Lo mismo ocurre con la polaridad de los polos del estator! Todo encaja muy bien, ¿no es cierto?

El estator de los motores monofásicos de inducción tiene la misma función. Forma el campo magnético que ayuda a hacer girar el rotor. Sin embargo, está construido de manera un poco diferente. Fíjese en la Figura 26-7.

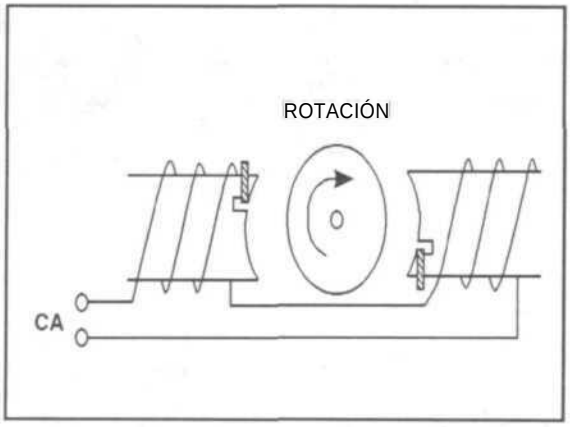


Figura 26-7. Los estatores del motor monofásico de inducción tienen ranuras.

Como se puede apreciar, una de las principales diferencias entre el motor de fase dividida y el motor monofásico de inducción es que los estatores de este último tienen ranuras. Se ha introducido una placa de cobre hasta casi la mitad de cada polo. La parte en la que se introdujo la placa es la parte de polo sombreado. Este motor sólo tiene dos polos, pero el típico motor monofásico de inducción tiene cuatro. Los verá más adelante,

cuando estudie en detalle la manera en que trabajan estos motores.

Tanto en los motores de fase dividida como en los monofásicos de inducción, los devanados de los estatores están hechos con alambre de cobre aislado. Por lo general, se utiliza algún material de poliéster como aislante, porque es resistente a la humedad, es dieléctrico (no conduce electricidad) y tiene buena fuerza mecánica. Por ser dieléctrico, posee alta resistencia eléctrica. Un material que tiene buena fuerza mecánica no se desgasta ni se rasga fácilmente.

El rotor

El rotor es la parte del motor que gira o que tiene rotación. También se le llama armadura, y va montado en una flecha que tiene una chumacera de muñón a cada lado extremo. En los extremos del marco van sujetas unas campanas o placas. Estas campanas sostienen el rotor cuando los muñones de la flecha del rotor se montan en las chumaceras. El rotor puede estar hecho de barras, como el que se muestra en la Figura 26-8. A este tipo se le llama rotor de jaula de ardilla. Consiste en varias barras de metal rectas, que se colocan en las ranuras del rotor. Por lo general, estas barras son de cobre y no tienen aislante. Sobresalen un poco de cada uno de los extremos del rotor. Las salientes van conectadas entre sí por dos anillos circulares metálicos. Para casi todos los usos, estos anillos de los extremos se hacen de cobre. Se sujetan con un remache a las barras sobresalientes, y luego se sueldan.

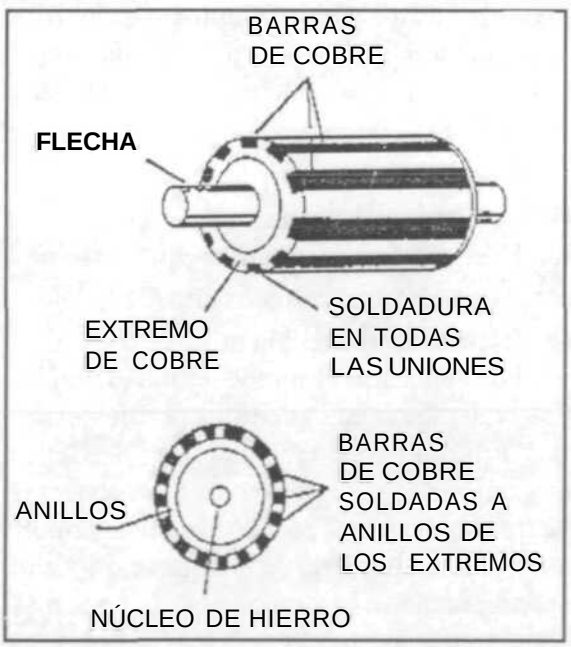


Figura 26-8. Diagrama del rotor de jaula de ardilla.

De hecho, las barras actúan como una bobina. Cuando se coloca este rotor entre los devanados de marcha y se aplica una CA, se produce un campo magnético que luego es inducido en el rotor. Si usted piensa que esto es similar al campo inducido en el secundario de un transformador por el campo magnético del primario, tiene toda la razón del mundo.

La polaridad del campo magnético inducido en el rotor tiene una polaridad opuesta a la de los devanados de marcha. Esto significa que el rotor también tiene un polo norte y un polo sur; estos polos cambian su polaridad tal y como los polos del estator.

La atracción-repulsión entre los polos de los devanados de marcha y los polos del rotor es lo que produce el campo magnético rotatorio y hace funcionar el motor. Como esta CA se invierte 60 veces por segundo, el rotor también da 60 vueltas por segundo. Podría decirse que el rotor persigue la polaridad cambiante en los devanados de marcha.

A veces, las barras y los anillos de los extremos de los rotores se fabrican, no de cobre, sino de algún otro metal. Cuando se necesita una buena potencia de arranque, lo común es que se fabriquen de un metal de alta resistencia como el bronce o el aluminio. Lo mismo sucede cuando se necesita un deslizamiento considerable para poder alcanzar la máxima potencia. (Un poco más adelante, en esta misma lección, veremos en qué consiste el deslizamiento del motor.) Cuando las barras y los anillos de los extremos del rotor se hacen de aluminio, por lo general son moldeados junto con el rotor en una sola pieza.

El rotor funciona de la misma manera tanto en los motores de fase dividida como en los motores monofásicos de inducción. Sin embargo, en el motor monofásico de inducción, el rotor gira hacia los polos sombreados.

Consulte otra vez la Figura 26-7, para ver cómo funciona esto. Igualmente, en los motores monofásicos de inducción siempre se utilizan rotores de jaula de ardilla.

Cómo se comparan los motores de CA con los motores de CD

Puesto que estos dos motores tienen los mismos componentes, es natural que tengan las mismas diferencias en relación con los motores de CD. Hagamos una comparación entre el motor típico de CD y los dos motores que estamos estudiando en esta lección. Las principales diferencias son dos: los componentes y los principios de funcionamiento.

La Figura 26-9 muestra un motor de corriente directa de devanado compuesto. Fíjese en que tiene una armadura, o rotor, pero es lo único que nos resulta familiar. El estator no tiene devanados, aunque desde luego el campo de derivación y el campo de serie parecen devanados. Igualmente, hay algunas partes que no se ven en los motores de inducción de CA, como las escobillas y el colector.

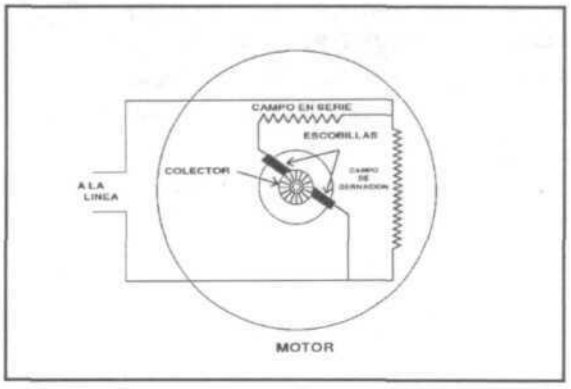


Figura 26-9. Los motores de corriente directa usan escobillas y un colector para producir energía mecánica.

Para comparar este motor con el motor de inducción de CA, vamos a estudiar brevemente cómo funciona.

Este motor tiene dos tipos de devanados de campo. El devanado de campo en serie está en serie con el devanado de la armadura (el rotor). El devanado de campo de derivación está en paralelo con el devanado de la armadura. Como la CD no alterna, no cambia su polaridad magnética. Además, no induce corriente en el rotor, sino que ésta pasa a través de él. Por lo tanto, también la polaridad magnética del rotor permanece constante. La armadura gira debido a la posición en que se encuentra. El campo de serie ayuda a que la velocidad del motor sea constante. Para invertir la dirección de la rotación del rotor, basta con invertir los avances de las escobillas.

¿Cuál es la razón de usar un motor de inducción de CA en lugar de un motor de CD? En primer lugar, en casi todas partes la mayoría de la corriente es CA. Esto no quiere decir que no se pueda usar un motor de CD. Sí se puede. Sin embargo, el motor de CA funciona con mayor eficiencia cuando utiliza CA. Los motores de CD se gastan un poco más aprisa que los motores de CA. Esto se debe al diseño del rotor. Como las escobillas se encuentran en contacto permanente con el colector, se presentan uno o varios de estos problemas:

Colector sucio

Escobillas gastadas

Excesivo aislante de mica entre las barras

Armadura con cortocircuito

Escobillas que rechinan

Por supuesto, el motor de inducción de CA no tiene ninguno de estos problemas.

Otro problema de los motores de CD es que únicamente se pueden usar en sistemas de tipo abierto. Esta es una diferencia importante para la industria de refrigeración y aire acondicionado. El compresor de uso más común en los sistemas de REAC es el compresor hermético, o sellado.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica al término elegido.

1. Elementos de un motor eléctrico que permiten que el rotor gire suave y fácilmente. _____
2. Parte estacionaria de los motores eléctricos. _____
3. Parte del motor que gira. _____
4. Diferencias principales entre los motores CA y CD. _____
5. Tipos de devanado de campo del motor de CA. _____

a. estator
b. componentes y principios de funcionamiento.
c. en serie y en derivación
d. chumaceras
e. rotor

Respuestas

1. d 2. a 3. e 4. b 5. c

El suministro de energía

El suministro de energía para casi todos los motores monofásicos es de 115 volts o de 208-230 volts. Es probable, por ejemplo, que un horno casero tenga un suministro de energía de 115 volts, mientras que el acondicionador de aire instalado en la ventana utilice un suministro de energía de 230 volts. La Figura 26-10 muestra cómo es posible que algunas casas dispongan de 115 y 230 volts. La corriente eléctrica llega a la casa por el panel del interruptor.

Fíjese bien en la Figura 26-10. Es necesario que comprenda cómo se obtienen diferentes voltajes de un panel interruptor. Fíjese en que los 230 voltios se obtienen de L1 y L2 (las líneas "cargadas"). Los 115 voltios se obtienen de L1 y neutral (tierra) o de L y neutral (tierra).

Algunos motores monofásicos son de dos voltajes. Los motores de dos voltajes tienen dos devanados de marcha y un devanado de arranque. Los dos devanados de marcha tienen la misma resistencia. Como ya recordará, pues lo vimos en la lección anterior, el

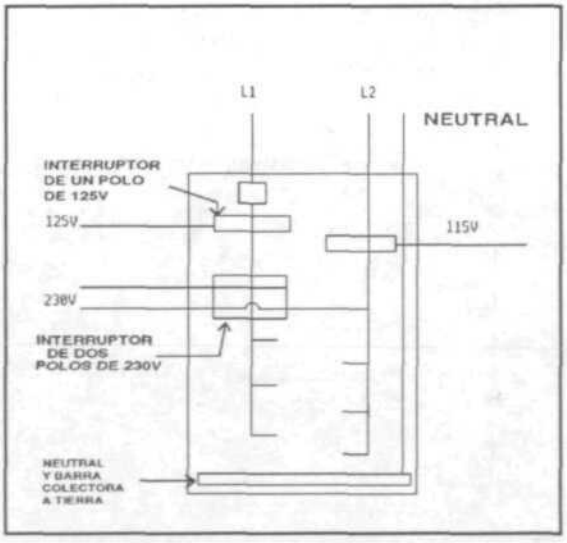


Figura 26-10. Panel del interruptor principal para una casa típica.

devanado de arranque tiene una alta resistencia.

El motor funciona cuando los dos devanados de marcha están en paralelo en la modalidad de bajo voltaje (115 voltios). Cuando se requiere que funcione en la modalidad de alto voltaje (230 voltios), es necesario cambiar los conductores del motor, que están numerados, de acuerdo con el patrón recomendado por el fabricante. Esto une en serie uno con otro los devanados de marcha, y proporciona un voltaje efectivo de 115 voltios a cada devanado.

Puede decirse que el voltaje que pasa por los devanados del motor es en realidad sólo de 115 volts. Por lo tanto, el motor funciona únicamente con 115 volts, sea cual fuere la modalidad en que estén los devanados.

El voltaje se puede cambiar en la caja terminal del motor, donde se encuentra el devanado del motor. Fíjese en la Figura 26-11. Asegúrese de cambiar las conexiones terminales de acuerdo con lo especificado por el fabricante. De lo contrario, el motor puede sobrecalentarse.

Figura 26-11. Diagrama del tendido eléctrico de un motor de doble voltaje.

Para muchas instalaciones industriales y comerciales, el suministro de energía es de 460 volts, trifásico, de 60 hertz. Tal vez se haya dado cuenta de que estábamos hablando de motores monofásicos de 115 y 230 volts, y que de repente empezamos a hablar del abastecimiento de energía trifásica. Pues bien, cuando observe la Figura 26-11 verá que comenzamos con la trifásica. Hay la L1, L2 y L3, y también una neutral/tierra. Este es un típico sistema de cuatro alambres. Tenga en cuenta que en los Estados Unidos de América y en varios países de Latinoamérica siempre se utilizan 60 hertz (un hertz es igual a un ciclo). De manera que, aunque no se muestre, se presupone.

Vamos a ver el suministro entrante de corriente trifásica de 460 voltios. Entre L1 y L2, L1 y L3, L2 y L3, tenemos 460 volts de energía monofásica. Lo cual es bueno, ya que esta corriente se necesita para los motores de inducción de fase dividida.

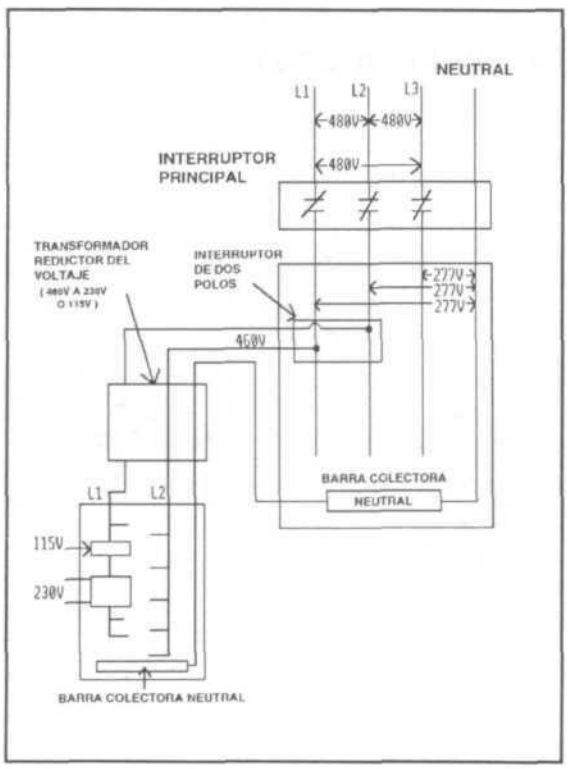


Figura 26-12. Reducción de 460 volts a 115 o 230 volts.

¿Y ahora qué? Bueno, observamos que entreL1iy neutral, L2 y neutral y L3 y neutral tenemos 277 volts. Sin embargo, eso no nos sirve de gran cosa. La Figura 26-12 muestra lo que se debe hacer para conseguir un suministro de energía monofásica de 115 y 230 volts.

Esto es lo que se debe hacer. Se toman los 460 volts de cualquiera de las combinaciones de L1 y L2, LI y L.3, o L2 y L3. Después se conectan en un transformador reductor, que cambiará el voltaje de 460 volts por los 115 o 230 volts que se necesiten.

Esto es algo que le conviene conocer. Es posible que uno de estos días se encuentre usted en una instalación industrial o comercial. Tal vez haya allí equipo de refrigeración y aire acondicionado que funcione con corriente monofásica de 115 o 230 volts procedente de su suministro primario de corriente trifásica. Entonces le dará gusto haber estudiado atentamente esta lección.

Ahora que hemos visto en qué se parecen los motores de fase dividida y los monofásicos de inducción, vamos a ver en qué se diferencian. Aunque son más sus semejanzas que sus diferencias, entre éstas hay algunas importantes. Se puede decir que la diferencia principal, la manera de hacer arrancar estos motores, es la causa de las otras diferencias. Así que lo primero que haremos será ver cómo arranca cada uno de estos motores, lo cual nos servirá de introducción al tema de cómo funcionan. Veremos, por tanto, la velocidad, duración y dirección del motor. Y luego veremos las aplicaciones del motor. ¿Cómo se usan estos tipos de motores en la industria de REAC? Por último, compararemos los motores de fase dividida y los motores monofásicos de inducción, para precisar cuáles son sus ventajas y sus desventajas.

El arranque del motor de fase dividida

Cuando se aplica voltaje monofásico al devanado del estator de un motor de inducción monofásico, la CA fluye por ese devanado. Siempre que se conecta voltaje de CA al devanado del estator (como primario de un transformador), se induce un voltaje en el rotor (como secundario de un transformador). Este voltaje secundario inducido funciona en oposición directa al voltaje del suministro primario.

Esta oposición es la que por lo general resulta en la rotación del rotor. Sin alguna forma de dirección eléctrica, el rotor podría girar tanto en la dirección de las manecillas del reloj como en sentido contrario al de las manecillas del reloj. Si el rotor no fuera arrancado en alguna dirección, el motor se quedaría como un transformador que tuviera un secundario con un cortocircuito, o sea que zumbaría pero no se movería.

Hay dos razones para esto, relacionadas entre sí. Una es que tenemos un suministro de corriente monofásica. La otra es que el devanado del estator es monofásico. En esta situación, se induce voltaje en el rotor, pero no se forma un campo magnético rotatorio.

Esta es la razón de que los motores monofásicos no sean de arranque automático. En la Figura 26-13(A) se puede ver que, durante la primera mitad del primer ciclo, la corriente fluye a través del estator y proporciona los polos norte y sur. El voltaje inducido en el rotor, y el flujo de corriente, producen un campo magnético en el devanado secundario que está en oposición al campo magnético del devanado primario.

Fíjese en que durante la segunda mitad del ciclo han cambiado tanto el flujo de la corriente como la polaridad del campo magnético del estator. Consulte la Figura 26-13(B). También han cambiado el flujo de la corriente y la polaridad del campo magnético del rotor. Aunque cambien el campo magnético del estator y el del rotor, este último todavía no gira. ¿Por qué no? Porque los polos magnéticos están en oposición directa y tratan de forzar al rotor hacia la flecha. La

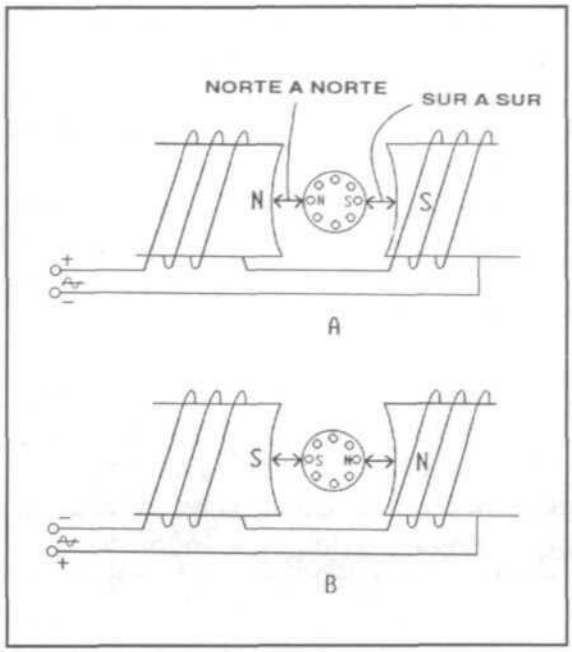


Figura 26-13. Cambio de los polos del estator con los cambios de corriente. El rotor, sin embargo, no empieza a girar.

atracción-repulsión entre los polos de los devanados del estator y los polos del rotor se contrarrestan mutuamente.

Esto nos indica que, en los motores de tipo monofásico, la inducción es suficiente para producir un campo magnético en el que los polos cambien, pero no para hacer que el rotor comience a girar. Sin embargo, si el rotor se arranca en cualquier dirección, seguirá girando. ¿Por qué? Seguirá girando porque dentro del campo magnético se produce un desequilibrio por retraso. Dicho de otra manera, una vez que el rotor comienza a girar da origen a un campo magnético rotatorio. Mientras se aplique CA, el campo magnético rotatorio hará que el rotor siga girando.

De manera que, si hacemos girar el rotor con la mano, o hacemos que arranque mediante alguno de los métodos que discutiremos más adelante, seguirá girando. Esto se debe a que la primera vuelta desvía los polos ligeramente y genera una repulsión magnética. Luego hay un retraso y, después, los polos intentan volverse estáticos otra vez. Tratan de capturarse el uno al otro. Pero la repulsión magnética entre los polos del estator y los polos del rotor mantiene girando al rotor. Como dijimos antes, es como si el rotor estuviera persiguiendo a la polaridad conforme ésta cambia en los devanados.

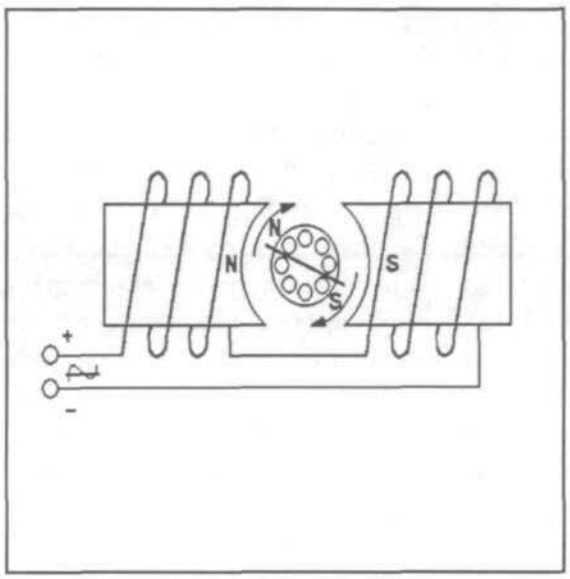


Figura 26-14. Una vez que ha comenzado a girar, el rotor seguirá girando mientras se aplique corriente de CA a los devanados del estator.

Observe la Figura 26-14. Mientras se aplique voltaje de CAal devanado del estator del motor, éste seguirá girando en la misma dirección en la que arrancó. El campo magnético que rodea al rotor cambiará de manera continua.

Para lograr que el rotor comience a girar hay mejores maneras que hacerlo con la mano. Los dos tipos de motores sobre los que trata esta lección usan diferentes métodos para lograr que el motor monofásico haga que el rotor comience a girar. Una de estas maneras es dividir la fase. Así se obtiene el motor de fase dividida. Hay variantes de este motor, y las estudiaremos en esta lección. Otra manera de hacer arrancar un motor monofásico es sombreando los polos. Así se obtiene un motor monofásico de inducción. Lo veremos en la siguiente sección.

Devanados de arranque

Como hemos visto, un rotor y los devanados de dos estatores producen un campo magnético rotatorio cuando se aplica CA a los estatores. El campo magnético así producido alterna, pero el rotor no gira. No gira porque los dos devanados usan el mismo suministro

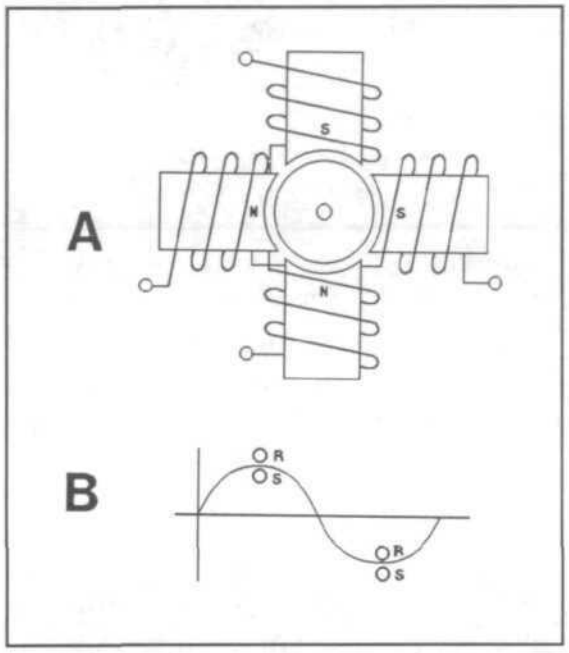


Figura 26-15. Ni siquiera cuatro devanados pueden hacer girar el rotor si tienen el mismo suministro de corriente eléctrica.

de corriente monofásica. Así que, aunque haya dos, sólo equivalen a un devanado monofásico. Sin embargo, cuando una resistencia de CA se conecta en serie con uno de los devanados, las corrientes difieren en su fase de tiempo hasta en 90 grados. Este es el principio de la división de fase.

Fíjese en la Figura 26-15. Lo que hemos hecho es agregar otro juego de polos de estatores con sus devanados. ¿Están ahora listos para girar? ¡No! ¿Por qué? Porque los devanados de los cuatro polos siguen conectados al mismo suministro de corriente monofásica. Reciben la misma cantidad de energía al mismo tiempo. Los polos correspondientes del estator tienen la misma fuerza magnética al mismo tiempo.

Cada devanado está utilizando la misma fuente de corriente eléctrica. Por lo tanto, se trata todavía de una sola fuente monofásica. Lo que se debe hacer es poner resistencia en uno de los caminos, de manera que la corriente llegue a dos de los polos en momentos diferentes. Esto se muestra en la Figura 26-16. Se hace para obstruir temporalmente el flujo de corriente en el devanado de los polos del par adicional de estatores. Esto quiere decir que la corriente no llegará a su destino en el devanado del polo adicional al mismo tiempo que esté llegando al devanado del polo original. Esto hace que el flujo de corriente hacia el devanado del polo del estator adicional lleve un paso distinto del flujo de corriente hacia el devanado del polo original. El devanado del polo adicional se llama devanado de arranque; el del polo original se llama devanado de marcha.

Tal parece que hubiéramos creado una situación de segunda fase. Ahora tenemos una corriente bifásica que puede hacer arrancar el motor monofásico de inducción. De hecho, lo que ahora tenemos es un motor de fase dividida que puede hacer que el rotor comience a girar. La principal diferencia entre los motores de fase dividida es el método que utilizan para producir y controlar esta segunda fase de la corriente eléctrica.

Fíjese en que éste sigue siendo un motor monofásico. No hemos producido dos fases. No se dice que es un motor bifásico, sino que es un motor de fase dividida. Hemos separado una sola fase. La Figura 26-15(B) ayuda a comprender esta idea. Fíjese en que los dos puntos que representan las corrientes de los devanados del estator viejo y el estator nuevo suben o bajan juntos por las formas de onda. La curva de R y la curva de S son la misma exactamente, y cuando se pone una sobre la otra se ven como una sola línea. Cuando estos puntos de corriente llevan el mismo ritmo, tenemos lo que se llama una corriente monofásica.

Ahora fíjese en la Figura 26-16(B). Don-

de la resistencia se agregó en serie con el devanado del nuevo estator, los dos puntos de corriente se encuentran ahora en una posición desbalanceada. Los puntos de corriente están en colinas distintas, uno detrás del otro. Se pueden ver dos curvas bien diferenciadas. Como agregamos una resistencia en serie con el devanado del nuevo estator, la corriente monofásica fue separada.

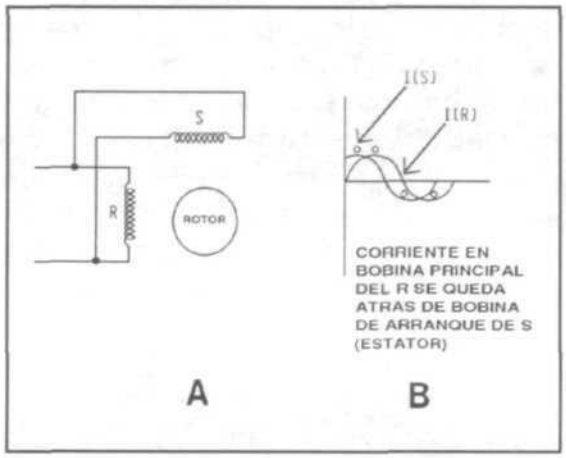


Figura 26-16. Cuando se agrega una resistencia en serie con el devanado del nuevo estator, la corriente se divide y el rotor arranca.

¿Lo captó ahora? ¡Bien! Ahora, veamos más de cerca el devanado de arranque. Se encuentra entre el devanado de marcha y el rotor. Esto asegura que el rotor arranque correctamente y que gire en la dirección debida. La Figura 26-17 muestra lo que queremos decir. El devanado de arranque tiene

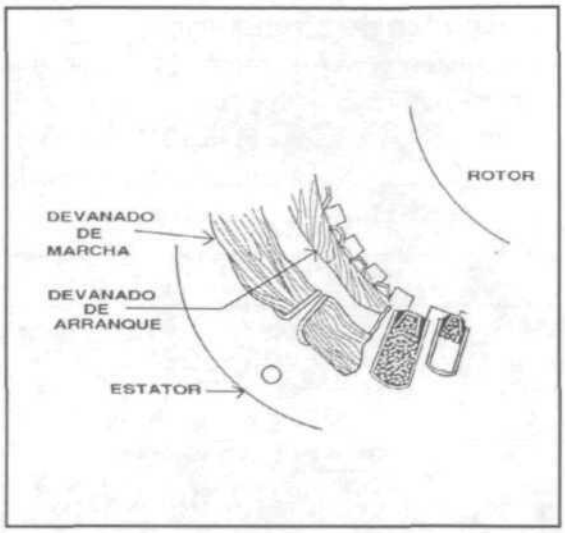


Figura 26-17. El devanado de arranque se localiza entre el devanado de marcha y el rotor.

más vueltas que el devanado de marcha y está hecho con alambre de menor calibre. Esto da por resultado un campo magnético más grande y una resistencia mayor, lo que ayuda al rotor a comenzar a girar y decide en qué direccióngirará.

Después de que el motor de fase dividida comienza su rotación, y a medida que su velocidad se aproxima a la velocidad normal de funcionamiento, ya sólo se necesita el devanado de marcha para que el rotor continúe girando. El devanado de arranque ya no se necesita. Es, pues, preciso eliminarlo eléctricamente. ¿Y cómo se hace esto? En los motores de tipo abierto, se hace con un interruptor centrífugo mecánico, y en los otros tipos de motores se hace con relevadores.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. El suministro de energía para casi todos los motores monofásicos es de_____volts o de 208-230 volts.
2. El voltaje de un motor se puede cambiar en_____del motor, donde se encuentra el devanado del motor.
3. Cuando se aplica voltaje_____el devanado del estator de un motor de inducción monofásico, la CA fluye por ese devanado.
4. En los motores de tipo monofásico, la inducción es suficiente para producir un campo magnético en el que los polos cambien, pero no para hacer que el rotor comience a _____.
5. Un rotor y los devanados de dos estatores producen un_____rotatorio cuando se aplica CA a los estatores.

Respuestas

1. 115 2. la caja terminal 3. monofásico 4. girar 5. campo magnético

El interruptor centrífugo

El interruptor centrífugo es un dispositivo mecánico que se usa en los motores de tipo abierto. Los relevadores, que veremos más adelante, se usan para abrir y cerrar el devanado de arranque de otros tipos de motores. El interruptor centrífugo está sujeto al extremo de la flecha del rotor y lleva unos pesos que se lanzan hacia afuera cuando el motor alcanza 75 por ciento de su velocidad máxima. En el momento en que sucede esto, el interruptor centrífugo abre el interruptor del devanado de arranque, el cual desconecta el devanado de arranque. Cuando el motor reduce su velocidad a menos de 75 por ciento de la máxima, los pesos mecánicos vuelven a su posición normal, cerrando los contactos del interruptor y conectando el devanado de arranque con el circuito del motor.

Vamos a ver ahora otra manera de conectar y desconectar el devanado de arranque en un motor de fase dividida.

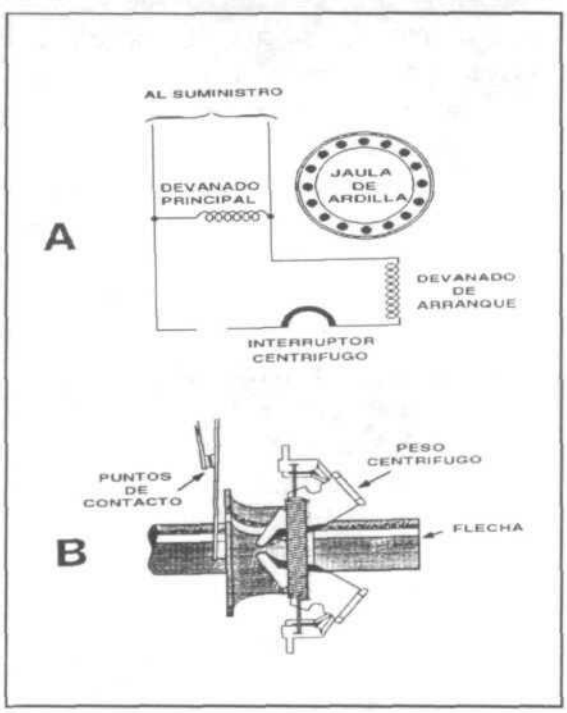


Figura 26-18. Diagrama que muestra la conexión del devanado de arranque y el interruptor centrífugo *(A).* Un interruptor centrífugo *(B).*

El relevador de arranque

Entre los usos más comunes de los motores de fase dividida está el de hacer marchar un compresor de un sistema de poca capacidad, como puede ser un refrigerador casero. Los motores de fase dividida se usan con frecuencia en sistemas sellados herméticamente. Esto quiere decir que el motor y el compresor se ponen juntos en un bastidor sellado.

En esta clase de unidad sellada, el interruptor centrífugo no resultaría práctico. ¿Sabe usted por qué? ¡Así es! Los arcos de contacto del interruptor contaminarían la mezcla de aceite y refrigerante que lleva el sistema sellado.

También habría otro problema. El aceite llegaría a los contactos del interruptor, y aumentaría la resistencia del contacto. Estas son las razones de que en los sistemas sellados herméticamente no se usen interruptores centrífugos.

Entonces, ¿qué se puede usar? Se usa un dispositivo muy común llamado relevador de corriente, que se conoce también como relevador de arranque. ¿Por qué? Su serpentín se conecta en serie con el devanado de marcha del motor. Normalmente, los contactos están abiertos (N.A.) y conectados en serie con el devanado de arranque del motor. Consulte la Figura 26-19.

El motor de la Figura 26-19(A) no está en marcha debido a que el interruptor de la corriente Si está abierto. En la Figura 26-19(B), el interruptor de la corriente Si está cerrado y el voltaje se aplica al devanado de marcha a través del serpentín del relevador. Ahora tenemos una corriente elevada que fluye por el devanado de marcha porque el devanado de arranque todavía no está conectado con el suministro de energía.

La misma corriente elevada fluye a través del serpentín del relevador, porque el serpentín está en serie con el devanado de marcha. El relevador le da energía a sus propios contactos de cierre, que normalmente están abiertos (N.A.) El circuito está completo ahora y el voltaje se aplica al devanado de arranque del motor.

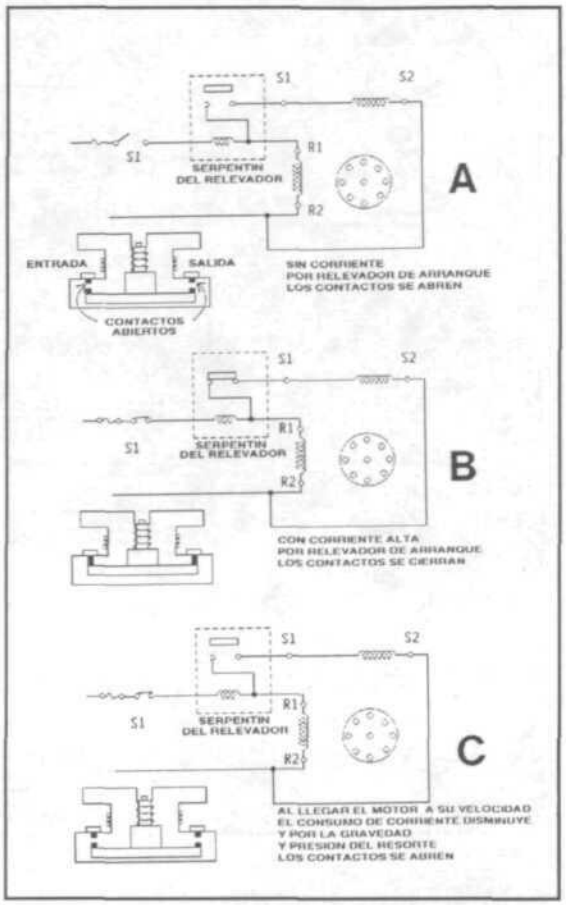


Figura 26-19. Relevador de arranque *(A),* Relevador de arranque activado *(B).* Relevador de arranque sin energía, con el motor en marcha.

El motor comienza a girar y va aumentando de velocidad. Cuando se acerca a su velocidad normal de funcionamiento, la corriente del devanado de marcha disminuye hasta quedar en la corriente normal de funcionamiento. Cuando ocurre esto, ¿en qué otras partes disminuye la corriente? Puesto que el serpentín del relevador está en serie con el devanado de marcha, la corriente se reduce también en el serpentín del relevador.

Cuando disminuye la corriente del serpentín del relevador, éste deja de proporcionar energía a sus contactos (cerrados), los cuales vuelven a su posición normal (abierta). Cuando el motor de fase dividida alcanza

75 por ciento de su velocidad de funcionamiento, los contactos del relevador de corriente se abren. Esta acción elimina del circuito el devanado de arranque, como se muestra en la Figura 26-19(C). Se puede ver que Si continúa cerrado y que el circuito a través del devanado de marcha todavía está completo. Por eso sigue funcionando el motor.

Hay algunos otros puntos que ver acerca de los relevadores y la manera en que trabajan.

El relevador se compone de las piezas ilustradas en la Figura 26-20. Como se puede apreciar, tiene una bobina magnética que cierra uno o más juegos de contactos. Cuando este dispositivo se descompone, muchas veces lo que se hace es reemplazarlo, porque no hay partes de repuesto para reconstruirlo.

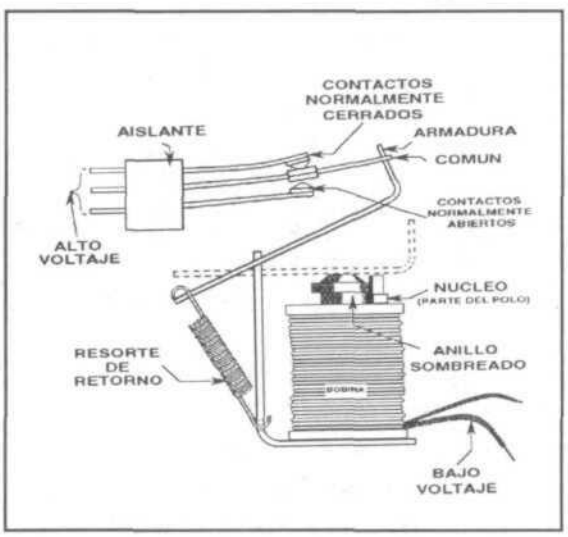


Figura 26-20. Partes de un relevador.

Los relevadores están diseñados para el trabajo ligero. Los relevadores piloto pueden conectar o desconectar contactores o arrancadores más grandes. Los relevadores piloto para cambiar circuitos son para trabajo muy ligero, y no están hechos para hacer directamente que arranque un motor. Los que están hechos para hacer arrancar los motores realmente no son apropiados como interruptores de cambio, porque tienen mayor resistencia en los contactos.

Cuando en un sistema de aire acondicionado el relevador hace que el ventilador interior arranque en la modalidad de enfriamiento, debe ser capaz de resistir la corriente de entrada que reciba al arrancar el motor del ventilador. Recuerde que normalmente los motores eléctricos tienen una corriente de arranque cinco veces mayor que la corriente de marcha. Algunos relevadores se clasifican en caballos de fuerza. Si un relevador está clasificado para uso en un motor de tres caballos de fuerza, puede resistir la corriente generada por un motor de tres caballos de fuerza.

Es posible que un relevador tenga más de un tipo de configuración de contactos. Pudiera tener dos juegos de contactos, que se cerrasen al ser energizada la bobina magnética. O pudiera tener dos juegos de contactos que se abrieran, y un juego que se cerrara, al ser energizada la bobina magnética.

El relevador que tiene un juego de contactos se llama relevador monopolar de dos vías (RMDV). El que tiene un solo juego de contactos que se cierran al ser energizada la bobina magnética se llama relevador monopolar de una vía, normalmente abierto (RMUV, N.A.) También hay un relevador tripolar de una vía (RTUV) que tiene dos contactos que se cierran y uno que se abre. Estas son solamente unas pocas de las numerosas configuraciones entre las que tiene que escoger el técnico en REAC.

Para nuestros fines inmediatos, disponemos de relevadores de arranque que funcionan con el peso del núcleo del relevador. Se le llama de gravedad, porque el peso del núcleo del relevador mantiene los contactos en posición normalmente abierta (N.A.) Este tipo de relevador se debe colocar de acuerdo con lo especificado por el fabricante. También hay un relevador que se vale de la acción de un resorte para mantener los contactos en posición normalmente abierta (N.A.), como ya vimos.

El relevador de arranque está diseñado

para poner en trabajo (energizar) y hacer pasar al reposo (desenergizar) a valores de corriente especificados. Así, cuando el motor comienza a funcionar, la corriente llega al valor especificado de puesta en trabajo que tiene el relevador de corriente. El relevador se energiza y los contactos se cierran, conectando el devanado de arranque.

El devanado de arranque hace que el motor comience a girar. Conforme el motor gira, la corriente del devanado de marcha disminuye hasta el valor de paso al reposo del relevador de corriente. Entonces, el relevador de corriente reduce su energía y los contactos vuelven a su posición normalmente abierta, desconectando del circuito el devanado de arranque.

El relevador de arranque se puede identificar por el calibre del alambre que tiene la bobina del relevador. Este alambre es extra grande porque debe llevar la carga completa de la corriente del motor. Recuerde que cuando el motor alcanza 75 por ciento de su velocidad de régimen, la corriente que fluye por la bobina del relevador de corriente se reduce a su valor de paso al reposo. Entonces, el relevador de corriente abre sus contactos por medio de un resorte o de la gravedad.

El motor de fase dividida de arranque con resistencia

Los motores de arranque con resistencia son una clase de motores de fase dividida que tienen una resistencia conectada en serie con el devanado de arranque. En la Figura 26-21 se muestra uno de estos motores. A menudo, la resistencia adicional se usa para afinar la fase entre los dos devanados.

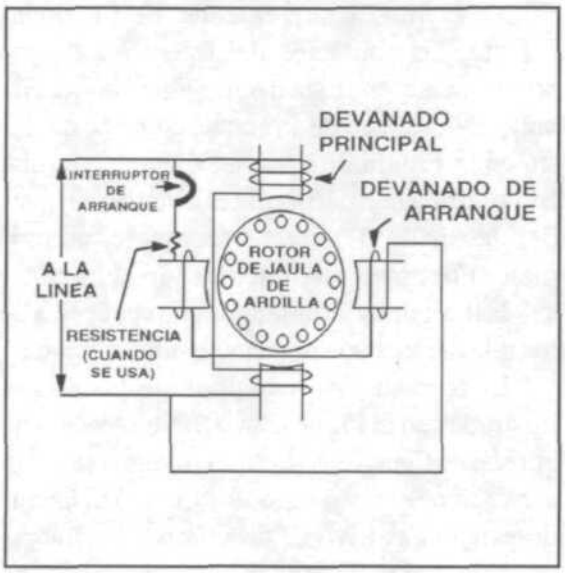


Figura 26-21. Diagrama de un motor de arranque con resistencia.

También en este caso, el interruptor centrífugo o el relevador de arranque se utiliza para desconectar eléctricamente la resistencia y el devanado de arranque, cuando el motor alcanza 75 por ciento de su velocidad máxima.

El deslizamiento de estos motores se logra mediante el control de la cantidad de voltaje que se le suministra al estator. Sin embargo, la velocidad de marcha se debe mantener lo suficientemente alta para permitir que el devanado de arranque pase al reposo y se mantenga así cuando el motor esté en plena marcha.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Dispositivo mecánico que se usa en los motores de tipo abierto. _____
2. Tipo de motor eléctrico que se usa con frecuencia en sistemas sellados herméticamente. _____
3. Dispositivo cuyos contactos se abren cuando el motor de fase dividida alcanza el 75 por ciento de su velocidad de funcionamiento. _____
4. Tipo de relevador que tiene un juego de contactos. _____
5. Tipo de motor de arranque de fase dividida que tiene una resistencia conectada en serie con el devanado de arranque. _____

a. fase dividida
b. monopolar de dos vías
c. interruptor centrífugo
d. de fase dividida de arranque con resistencia
e. relevador

Respuestas

1. c 2. a 3. c 4. b 5. d

El motor de fase dividida de arranque con reactor

Los motores de arranque con reactor son otra clase de motores de fase dividida. Un reactor se conecta en serie con el devanado de arranque para reducir la corriente de arranque y aumentar el ángulo del retraso del devanado de marcha detrás del voltaje. La Figura 26-22 muestra la disposición del circuito para este tipo de motores. Se puede ver que el reactor está desconectado eléctricamente por medio de un cortocircuito.

Observe que el interruptor que pone el reactor en cortocircuito desconecta al mismo tiempo el devanado de arranque. Es posible que se encuentre con la palabra *inductor*. En el estudio de los motores eléctricos, esta palabra tiene el mismo significado que *reactor*.

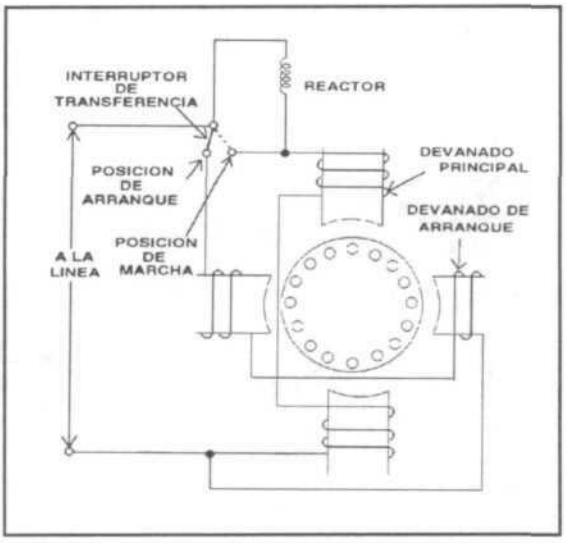


Figura 26-22. Diagrama de un motor de arranque con reactor.

Resumen

En esta lección nos concentramos en el estudio de uno de los dos tipos de motores monofásicos de inducción: el motor de fase dividida. Vimos que el conocimiento del transformador puede aplicarse al motor de inducción. Aprendimos que el voltaje que se aplica al devanado primario del transformador se transfiere luego al devanado secundario, de acuerdo con el principio de la inductancia mutua.

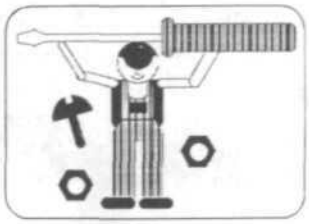
Relacionamos esto con el estator, como devanado primario del motor monofásico básico. Cuando se aplica voltaje al estator, se produce un campo magnético y este voltaje es inducido en el rotor. El rotor equivale al devanado secundario del transformador. La corriente eléctrica se aplica al primario (los devanados del estator) y se induce en el secundario (el rotor). Se induce tal y como trabaja un transformador. Conforme la corriente se acumula en los devanados del estator, produce un campo magnético en una dirección. Luego, a medida que se invierte y fluye por los devanados primarios en el sentido de las manecillas del reloj, el campo magnético se invierte también e induce corriente en el rotor.

Sin embargo, como también vimos, el rotor no gira. La inductancia mutua es suficiente para producir un campo magnético y para hacer que el rotor siga girando una vez que ha comenzado a hacerlo, pero no basta para lograr que comience a girar.

El motor de fase dividida es un motor monofásico de corriente alterna, y depende del principio de la inducción para su funcionamiento. En esto, así como en sus componentes básicos, se parece al motor monofásico de inducción. La principal diferencia es la manera en que hace que el rotor comience a girar. El motor de fase dividida usa un devanado de arranque, cosa que no hace el otro tipo de motor, como veremos en la siguiente lección.

Esta diferencia en los métodos de arranque afecta también a otros factores. Por ejemplo, el motor de fase dividida es mucho más eficiente que el motor monofásico de inducción.

Otras cosas que habrá conocido es la naturaleza y utilidad del interruptor centrífugo para conectar y desconectar el devanado de arranque en un motor abierto. Y el uso de los relevadores en un sistema sellado herméticamente, donde no resulta práctico el interruptorcentrífugo.



Tareas Prácticas

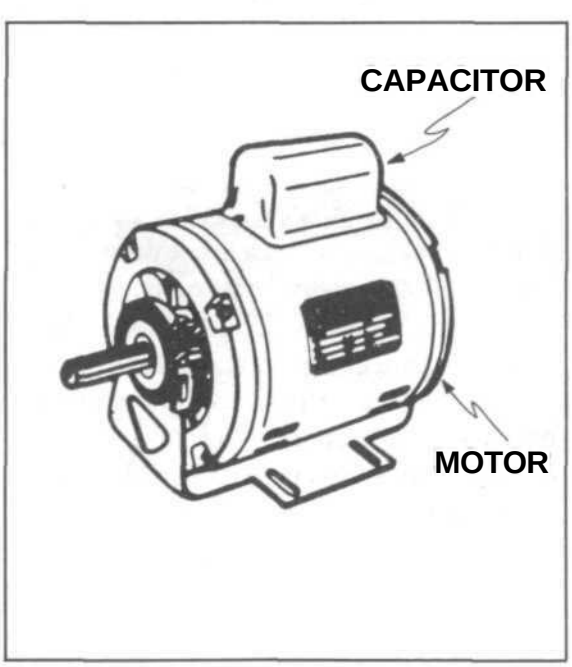
Comparación de los motores con capacitor y sin capacitor

Materiales que usted necesitará

- Un motor eléctrico con capacitor.
- Un motor eléctrico sin capacitor.
- Papel y lápiz.

Información previa

En equipos tales como bombas, compresores, refrigeradores abiertos, etc., se emplean motores de alta torsión inicial, pues éstos deben arrancar bajo carga. El motor indicado es el que contiene capacitor o condensador. Este motor es similar en construcción a un motor de fase dividida, pero lleva el capacitor montado en la parte superior, como se puede observar en la figura.



La incorporación del capacitor en serie con el embobinado del arranque permite un funcionamiento idéntico al de fase dividida, pero consumiendo más corriente y dando lugar a que la corriente se adelante más todavía en el embobinado del arranque.

Este hecho da lugar a que el torque resultante sea considerablemente aumentado en el momento de arrancar, que es lo que se busca con este tipo de motor, llegándose a conseguir como un 350% de mayor poder torsional. Esto equivale a decir que si tomamos, por ejemplo, un motor de 1/4 H.P. en funcionamiento de marcha normal, con el arranque dicho motor alcanzará a tener cerca de un caballo de fuerza.

Lo que usted deberá hacer

Identificar en un motor al capacitor y la posición de éste.

Procedimiento

1. Haga un análisis completo de un motor eléctrico, comparándolo con el dibujo que tiene esta tarea.
2. Identifique al capacitor del motor, también de acuerdo con el dibujo de esta tarea.
3. Ahora, si es posible, compare el motor con capacitor con otro que no tenga capacitor, y anote las principales diferencias que encuentre.
4. A continuación obtenga sus propias conclusiones.

Conclusiones

No cabe duda que lo que más se busca en un motor eléctrico es lograr su máxima eficiencia, lo cual se consigue en parte con la ayuda de un capacitor. Será, por tanto, muy común que encuentre este tipo de motores en instalaciones de tipo industrial.

...y después, ¿qué sigue?

¿Como se hace arrancar el motor monofásico de inducción? ¿En qué se parecen los motores de fase dividida a los de derivación CD? ¿Qué determina la velocidad de los motores monofásicos de inducción? ¿Qué es el deslizamiento del motor de inducción? ¿En qué tamaño se producen los motores monofásicos de inducción? ¿Qué herramientas se necesitan para desarmar un motor abierto? ¿Cómo se da servicio a las chumaceras? ¿Cómo se ensambla un motor monofásico?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. Un transformador sencillo se compone de dos espirales enrolladas en un núcleo de

a. bronce
b. cobre
c. aluminio
d. hierro

2. La inductancia mutua ocurre a causa de los cambios de dirección del flujo de

a. el voltaje
b. la corriente
c. la potencia
d. la resistencia

3. En un motor eléctrico la corriente eléctrica se aplica en los primarios (los devanados del estator) y se induce en el

a. secundario
b. núcleo
c. cojinete
d. colector

4. Cuando se les aplica corriente eléctrica, los devanados del estator contribuyen a producir el campo magnético que mantiene girando el

a. campo
b. estator
c. rotor
d. colector

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES

Calificación

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección **L426**

5. El rotor de jaula de ardilla consiste en varias barras de metal rectas, que se colocan en las ranuras del
   a. campo
   b. rotor
   c. estator
   d. cojinete

6. El rotor funciona de la misma manera tanto en los motores de fase dividida como en los motores monofásicos de
   a. delta
   b. estrella
   c. paralelo
   d. inducción

7. Algunos motores monofásicos son del tipo de dos voltajes. Los motores de dos voltajes tienen dos devanados de marcha y un devanado de
   a. operación
   b. recorrido
   c. arranque
   d. marcha

8. En un motor de fase dividida, siempre que se conecta voltaje de CA al devanado del estator, se induce un voltaje en el
   a. rotor
   b. campo
   c. colector
   d. transformador

9. En un devanado de arranque, el devanado del polo adicional se llama devanado de
   a. marcha
   b. paro
   c. arranque
   d. operación

10. Normalmente los motores eléctricos tienen una corriente de arranque cinco veces mayor que la corriente de
   a. arrastre
   b. fase
   c. inducción
   d. marcha

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

La primera batalla

El triunfo en la vida es una serie de batallas de las cuales debemos salir victoriosos; sin embargo, la más importante —y la más difícil de ganar—es la que hay que librar con nosotros mismos.

Una vez que hayamos dominado nuestras flaquezas, dedicando nuestra mente al fin que buscamos, y poniendo nuestras energías en acción a fin de terminar lo principiado, a costa de trabajo, habremos ganado la más grande de las batallas; el resto será fácil.

Ralph Hemphill

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. Cómo hacer funcionar el motor monofásico de inducción....3
3. Velocidad, deslizamiento y dirección del motor....5
4. Aplicaciones, ventajas y desventajas....8
5. Servicio de motores de fase dividida o monofásica de inducción....10
6. Resumen....15
7. Tareas prácticas....16
8. Examen..., ...17

Funcionamiento del motor monofásico de inducción

L427

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Cómo hacer funcionar el motor monofásico de inducción, 3

Velocidad, deslizamiento y dirección del motor, 5
- Deslizamiento del motor, 6
- Dirección del motor, 7

Aplicaciones, ventajas y desventajas, 8
- El motor de fase dividida, 8
- El motor monofásico de inducción, 9

Servicio de motores de fase dividida o monofásica de inducción, **10**
- Desarmado del motor, **10**
- Limpieza del motor, **11**
- Servicio del interruptor centrífugo, **12**
- Servicio de las chumaceras, **12**
- Servicio de la banda y la polea dentada, **13**
- Ensamble del motor, **14**

Resumen,15

Tareas prácticas:
- Identificación de las partes del motor monofásico de inducción, **16**

Examen, **17**

Introducción

Hay dos categorías generales de motores eléctricos: los que usan corriente directa (CD) y los que usan corriente alterna (CA).

Casi todos los sistemas de refrigeración y aire acondicionado utilizan motores de corriente alterna. Ese es el tipo de motor del que trataremos en esta lección.

Los motores de CA se agrupan en dos tipos principales: los motores monofásicos y los motores polifásicos (o de tres fases). En esta lección trataremos del motor monofásico. Entre los distintos tipos de motores monofásicos, se cuentan los siguientes:

- Los de arranque con condensador.
- Los de condensador de separación permanente.
- Los de arranque con condensador y marcha con condensador (ACMC).
- Los de fase dividida.
- Los monofásicos de inducción.

El motor monofásico básico no arranca por sí mismo. El porqué lo veremos en esta lección. Cada uno de estos motores monofásicos se diferencia de los otros en por lo menos su método de arranque. Los tres primeros de la lista anterior son motores con condensador. También podrá aprender acerca de ellos en las lecciones 28 y 29. De manera que sólo nos quedan los motores de fase dividida y los motores monofásicos de inducción. Son los que veremos en esta lección.

Los motores de CA se conocen también como motores de inducción. Por ello es posible denominar los motores aquí estudiados como motores de CA, motores de inducción o motores monofásicos. Nos referiremos a ellos con todos estos nombres. Puede suceder que alguna vez se encuentre con un "motor de inducción de CA monofásico". Siempre que utilicemos cualquiera de estos tres nombres, o una combinación de los mismos, estaremos hablando de un mismo tipo de motor.

En realidad, el motor de inducción de CA, monofásico básico, no es más que un transformador especial. De hecho, se llama transformador rotatorio. Un poco más adelante, en esta misma lección, verá un ejemplo de este tipo de transformador. Por su sencillez, su fuerte construcción y sus cualidades de funcionamiento, el motor de inducción es el motor monofásico de CA más popular de los que se utilizan en la refrigeración y el aire acondicionado.

Definiciones y descripciones

Como en la lección anterior, en ésta no tiene tampoco cabida la definición y descripción de términos nuevos, pues son muy pocos y casi todos se definirán a medida que se vayan presentando. El resto de los términos ya se definieron en las lecciones 24 y 25.

Cómo hacer funcionar el motor monofásico de inducción

Los motores monofásicos de inducción están hechos de manera algo distinta de los motores de fase dividida. En estos últimos, se produce un campo magnético rotatorio. Este campo magnético hace que el rotor comience a girar, que alcance la velocidad debida y que continúe girando.

La banda o bobina auxiliar de arranque es un circuito cerrado hecho de cobre. Pone en cortocircuito la parte del polo en cuyo rededor está colocada. Esta parte del polo se conoce como el polo reflector. El aumento y disminución del flujo magnético a través de la parte sombreada del polo son distintos de

los del flujo que pasa a través de la parte no sombreada. Debido a la banda de arranque, el flujo de la parte sombreada del polo está siempre opuesto al flujo que ocurre en la parte no sombreada. Esto produce un campo de tiempo en la parte sombreada del polo. En otras palabras, produce un retraso del magnetismo inducido en el rotor. De modo que el rotor gira y es atraído por el magnetismo entonces opuesto. Como el otro polo también está sombreado, actúa de la misma manera, pero en forma alterna. El rotor comienza a girar y sigue girando durante todo el tiempo que la corriente alterna cambia la polaridad de los polos y el rotor. En otras palabras, el motor monofásico de inducción arranca debido a la banda auxiliar de arranque.

A veces resulta difícil captar el concepto del motor monofásico de inducción. Y a veces es útil ver los conceptos difíciles desde diferentes ángulos. Así que vamos a ver otra vez el motor monofásico de inducción, pero desde un ángulo diferente y con palabras e ilustraciones diferentes.

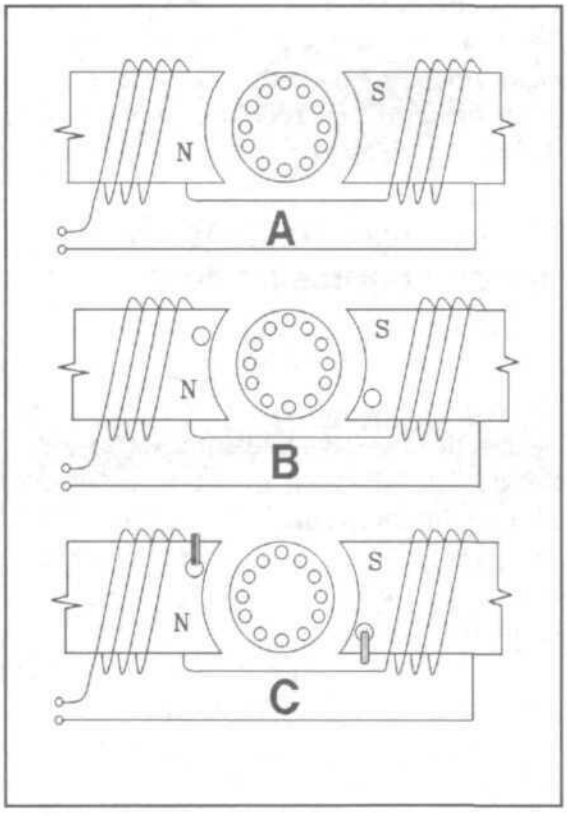


Figura 27-1. Cómo hacer un motor monofásico de inducción.

Tenemos una carga (un dispositivo que necesita electricidad para poder funcionar) que requiere 1/8 de caballo de fuerza. Queremos que este dispositivo funcione de la manera más económica posible. Por lo tanto, tomamos un motor monofásico básico que no tenga un dispositivo de arranque. No queremos tener que hacerlo arrancar manualmente cada vez que lo necesitemos, ni queremos tener que gastar para convertirlo en un motor de fase dividida. Pero con un pequeño gasto, podemos convertir este motor monofásico en un motor monofásico de inducción que arranque por sí mismo y que aumente su velocidad hasta la velocidad de marcha.

¿Cómo se hace esto? Fíjese en la Figura 27-1. El diagrama arriba de "A" muestra un motor monofásico básico. Lo que se hace es perforar un agujero en cada polo. Vea la Figura 27-1 (B). Luego, se inserta un alambre de cobre, sin aislante, y se tuercen los extremos para unirlos y formar un circuito cerrado con una parte del polo. El resultado es la Figura 27-1 (C). Ahora tenemos un motor monofásico de inducción.

La Figura 27-2 muestra de qué manera funciona. Las líneas de puntos indican el flujo magnético. Las áreas despejadas indican que está fluyendo una corriente. El campo producido por el flujo de la corriente está en una posición tal que se opone al cambio en el principal campo de flujo. Se aprecia que el flujo aumenta menos rápidamente a través de la bobina auxiliar de arranque que en la parte principal del polo, como se indica en la Figura 27-2 (A).

La Figura 27-2 (B) muestra el mismo polo cuando el flujo ha llegado a su máximo valor y no cambia este valor. Como la corriente no está fluyendo en la bobina auxiliar de arranque, el flujo se distribuye uniformemente a lo ancho del frente del polo. Conforme el flujo disminuye, la corriente inducida

en la bobina está en una dirección tal que su efecto magnético se opone a la reducción del flujo. De modo que el flujo disminuye a una velocidad menor a través de la bobina que a través de la otra parte del polo, como se puede ver en la Figura 27-2 (C).

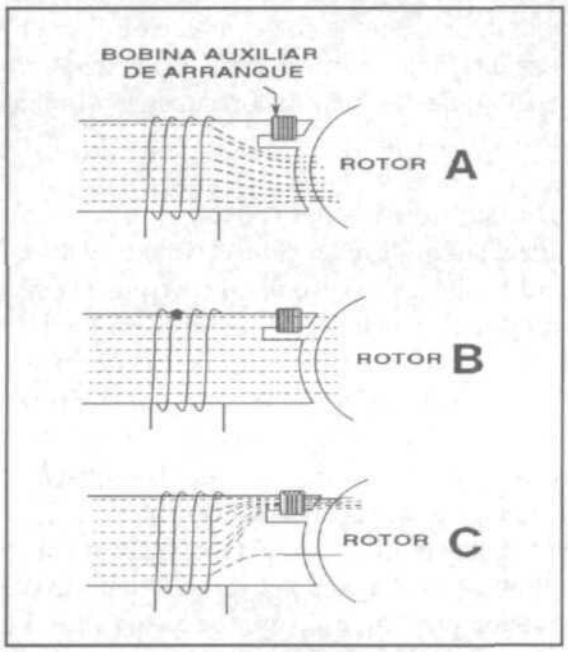


Figura 27-2. Funcionamiento del flujo magnético y de la FEM en el polo sombreado.

A medida que el flujo comienza a aumentar al iniciarse el ciclo, una fuerza electromotriz (FEM) es inducida en la bobina en cortocircuito. La líneas de fuerza magnética se conocen como flujo. La fuerza electromotriz es la presión o voltaje eléctrico que hace que la corriente fluya. Un volt es la FEM necesaria para enviar un amperio a través de una resistencia de un ohm. Por lo tanto, la FEM que es inducida en la bobina en cortocircuito hace que fluya una corriente.

El efecto de la bobina auxiliar de arranque consiste en hacer que el flujo magnético se desvíe a lo ancho del frente del polo desde la parte no sombreada hasta la sombreada. Este cambio del flujo es lo que produce el campo magnético rotatorio. Además, produce una pequeña torsión para el arranque. Así que se puede decir que el motor monofásico de inducción está diseñado de manera que utilice el flujo magnético y la FEM para arrancar por sí mismo. Se podría decir también que el motor monofásico de inducción está diseñado de tal manera que la inducción es suficiente no sólo para mantener el motor en marcha, sino asimismo para hacerlo arrancar. Este método para hacer arrancar el motor se usa únicamente en motores muy pequeños, de hasta como 1/4 de caballo de fuerza.

Velocidad, deslizamiento y dirección del motor

Los motores de fase dividida son muy similares a los de derivación de CD. Al aumentar la demanda de energía, el motor reduce su velocidad. Entonces puede tomar corriente más alta de la línea de CA y funcionar con un factor de energía más alto. Lo cual hace que el rotor tenga más energía.

Hay dos maneras de controlar la velocidad de un motor de fase dividida. Una, controlar el deslizamiento del motor. Dos, controlar la frecuencia de la energía.

En un minuto veremos qué es el deslizamiento del motor. Este se puede controlar regulando la cantidad de voltaje que se suministra al estator. Sin embargo, la velocidad de marcha debe ser lo suficientemente alta para permitir que el devanado de arranque se desprenda y se mantenga desprendido cuando el motor haya alcanzado la velocidad necesaria.

La velocidad también se puede controlar variando la frecuencia de la energía que se suministra al estator. Este método permite velocidades más altas que el descrito arriba. Los motores de fase dividida se hacen para trabajar con corriente de 25, 50 o 60 ciclos. Los ciclos de la corriente se llaman hertz (Hz). En este caso, la velocidad de un motor de fase dividida se determina por hertz y por el número de polos. Sin embargo, existe la misma limitación de baja velocidad que en el

método arriba descrito. La velocidad de marcha se debe mantener lo bastante alta para que el devanado de arranque se desprenda y se mantenga desprendido.

Para determinar la velocidad de un motor de fase dividida que no tenga carga, se puede utilizar la siguiente fórmula. Esta se llama velocidad de sincronismo. Es como una velocidad imaginaria, pues ningún motor en funcionamiento puede alcanzarla. Las verdaderas velocidades de los motores, con carga, se calculan con base en las velocidades de sincronismo.

$$V\ (\text{rpm}) = \frac{\text{frecuencia} \times 120}{\text{número de polos}}$$

Velocidad de motores de fase dividida=

$$\frac{60 \times 120}{2} = 3600$$

Velocidad de motores de fase divida de cuatro polos=

$$\frac{60 \times 120}{4} = 1800$$

Figura 27-3. Fórmula y cálculos de la velocidad de los motores.

La frecuencia es el número de ciclos por segundo. También se llama hertz. Tenga presente que cada vez que la corriente cambia de dirección, el campo magnético se acumula y se desploma dos veces. Esa es la razón de que en la fórmula de arriba se use el número 120 y no el 60.

El motor de fase dividida de dos polos tiene una velocidad, con carga, de alrededor de 3450 revoluciones por minuto. Y la del motor de fase dividida de cuatro polos, con carga, es de unas 1750 rpm.

Casi siempre, los técnicos en REAC trabajan con motores de inducción de fase dividida de dos y cuatro polos. Pero también hay motores de fase dividida de seis y ocho polos.

El número de devanados que se usan en el estator es lo que determina la velocidad de los motores monofásicos de inducción. Si se aumentan los devanados se aumenta la velocidad, si se disminuyen los devanados se disminuye la velocidad. Igualmente, debido al alto deslizamiento del motor con carga completa, se puede reducir la velocidad de un motor monofásico de inducción si se utiliza un reactor en serie. Este dispositivo hace posible que los ventiladores tengan diferentes velocidades.

Deslizamiento del motor

En el motor de inducción, el rotor de jaula de ardilla no gira tan rápidamente como el campo rotatorio del estator. Lo hace un poquito más despacio que el campo rotatorio del estator. Ello permite que los conductores del rotor corten el campo magnético rotatorio cuando éste se desliza, e induce las corrientes necesarias en el devanado del rotor.

Esto significa que el motor nunca puede girar tan aprisa como el campo rotatorio del estator, por lo que siempre se queda atrás. La diferencia de velocidad entre el campo rotatorio y el rotor se conoce como el deslizamiento. Cuanto más grande es la carga, más grande es el deslizamiento. En otras palabras, cuanto más grande sea la carga, tanto más despacio funcionará el motor.

Los deslizamientos se pueden calcular de esta manera:

$$D = \frac{N_S - N}{N_S} \times 100, \text{ donde:}$$

D= deslizamiento en porcentaje
Ns = velocidad del campo rotatorio
N - Velocidad real del motor

Veamos un ejemplo de cálculo de deslizamiento:

$$D = \frac{200 - 1164}{1200} \times 100 =$$

0.03 x 100= 3%

Figura 27-4. Fórmula y cálculos del deslizamiento de los motores.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el termino que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. En un motor monofásico de inducción, la banda o bobina auxiliar de arranque es un circuito cerrado hecho de_____.
2. En un motor monofásico de inducción, a medida que el flujo comienza a aumentar al iniciarse el ciclo, una fuerza electromotriz es_____en la bobina en cortocircuito.
3. Los motores de fase dividida son muy similares a los de_____de CD.
4. La frecuencia es el número de_____por segundo.
5. En el motor de inducción, el rotor de_____no da vueltas tan rápidamente como el campo rotatorio del estator.

Respuestas

1. cobre 2. inducida 3. derivación 4. ciclos 5. jaula de ardilla

Dirección del motor

Hay dos aspectos que se relacionan con la dirección del motor. Uno es el de la dirección en que puede girar un motor, o sea en el sentido de las manecillas del reloj o en el sentido contrario. El otro es el de cómo cambiar la dirección del motor.

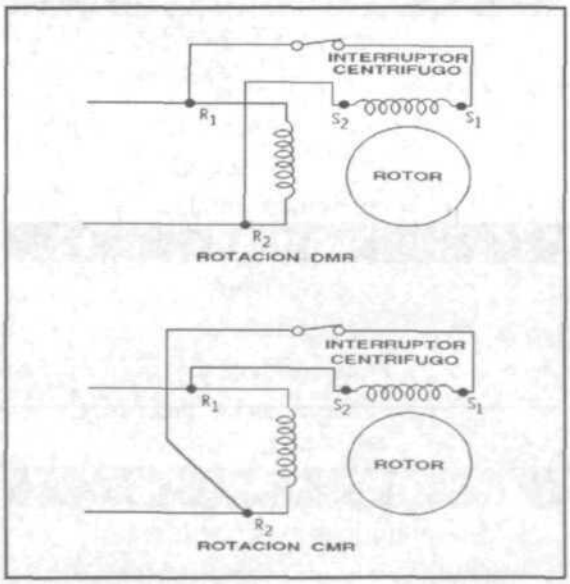


Figura 27-5. Inversión de la rotación de un motor de fase dividida.

El motor de inducción de fase dividida puede girar en el sentido de las manecillas del reloj (DMR) o en el sentido contrario (CMR). En casi todos los motores de fase dividida, la dirección de la rotación se puede cambiar invirtiendo los conductores del devanado de arranque. La Figura 27-5 muestra la manera de hacerlo. Al cambiar los conductores, se debe tener cuidado de seguir las indicaciones del fabricante.

El motor monofásico de inducción gira de la parte no sombreada del polo hacia la parte sombreada. Muchos de estos motores tienen una flecha que sobresale de las campanas que van en los dos extremos del rotor. A estos motores se les llama motores monofásicos de inducción de doble flecha. Este tipo de motores pueden tener una rotación DMR o CMR. Todo depende de la flecha que se use para impulsar la carga. Consulte la Figura 27-6 (A).

Los motores monofásicos de inducción que tienen una sola flecha no cambian de dirección a menos que sean desarmados para

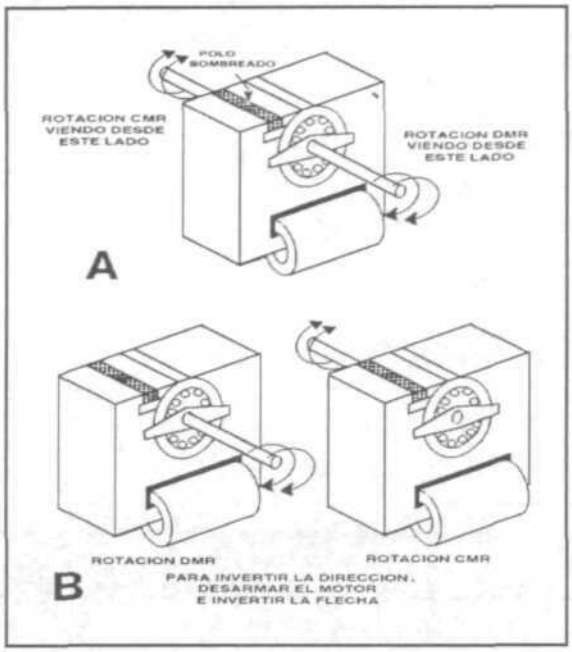


Figura 27-6. Motor monofásico de inducción de doble flecha (A). Cambio de la rotación de un motor monofásico de inducción de una sola flecha (B).

invertir la flecha del rotor. Pero esto se puede hacer solamente cuando las campanas de los extremos del rotor son intercambiables. En tal caso, primero se quitan las campanas y luego se desarma el motor. Al volver a ensamblar el motor, la flecha debe sobresalir del extremo opuesto del rotor. Consulte la Figura 27-6 (B).

Aplicaciones, ventajas y desventajas

Los motores se clasifican de acuerdo con los caballos de fuerza (HP) que tienen. Un caballo de fuerza es igual a levantar 33,000 pie-libras por minuto o 550 pie-libras por segundo. En la industria de refrigeración y aire acondicionado se usan motores para refrigeración que varían desde 1/100 de caballo de fuerza hasta varios cientos de caballos de fuerza. Para impulsar compresores se han utilizado motores de apenas 1/20 HP.

Cuando hablamos del suministro de energía, estudiamos los tipos de voltaje que usan estos motores. Recordará usted que a veces los voltajes se indican como 115 V y 230 V, o 120 V y 240 V, según sea el sitio donde se encuentre uno. Los voltajes no son iguales en todas partes, de manera que es aconsejable que investigue cuál es el de su localidad. Necesitará esa información para determinar qué equipo debe usar para esos voltajes.

La Figura 27-7 le muestra los usos de los motores de inducción. El motor de fase dividida se puede usar para todas las aplicaciones indicadas en la figura. En algunos casos, sin embargo, sería preferible usar el motor monofásico de inducción. Aunque éste no sirve para algunas de las aplicaciones que se indican en la figura. Veamos este asunto con más detenimiento.

El motor de fase dividida

Este motor es el que se utiliza para casi todas las aplicaciones de fracciones de caballo de fuerza en las que se requiere una energía de

COMPRESORES
abiertos, impulsados por banda
herméticos, de impulso directo
VENTILADORES
condensador
evaporador
circulación del aire
corriente inducida
corriente forzada
BOMBAS
condensar
agua helada
agua condensada
agua para máquinas de hacer hielo
aceite
OTROS APARATOS
máquinas expendedoras
máquinas automáticas de hacer hielo

Figura 27-7. Aplicaciones de los motores de inducción.

arranque relativamente baja. O lo que es lo mismo, si se necesita menos de un caballo de fuerza y la carga no es pesada, generalmente se prefiere el motor de fase dividida. Hay dos razones para ello: es económico y fácil de manejar.

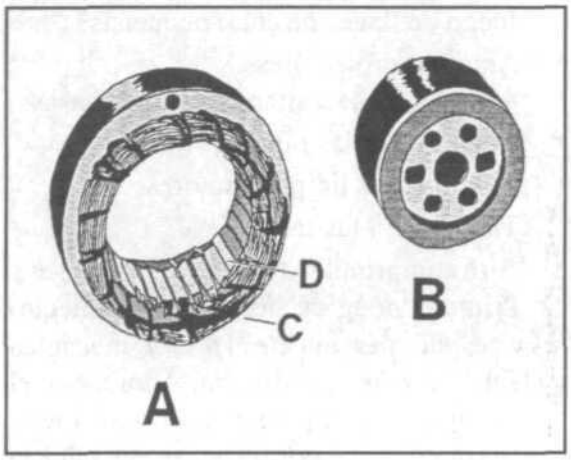


Figura 27-8. El rotor y el estator de un motor hermético de fase dividida de Vi de caballo de fuerza.

En la Figura 27-8, A es el estator y B el rotor. C muestra dónde están los devanados de marcha, y D muestra los devanados de arranque. Usted ya sabe cómo trabajan estas piezas.

El motor hermético de fase dividida es el tipo básico de motor usado para unidades condensadoras herméticas de tamaño pequeño. También se usa con frecuencia en los sistemas que utilizan un tubo capilar como dispositivo dosificador. Con este tipo de sistema, las presiones se equilibran durante el ciclo sin actividad y el compresor no tiene que arrancar con una carga baja. Por lo tanto, el motor de fase dividida y de baja torsión puede hacer el trabajo.

Cuando en un compresor hermético se usa un motor de fase dividida, éste debe usar algún tipo de relevador exterior de arranque. Podría ser un relevador térmico, de corriente o potencial. Antes, en la lección anterior, estudiamos los relevadores.

Lo más frecuente es que los motores de fase dividida tengan 1/10 , 1/6 o 1/3 de caballo de fuerza.

El motor monofásico de inducción

Fabricar un motor monofásico de inducción es todavía menos costoso que fabricar uno de fase dividida. De hecho, es el más económico de todos los motores. Ni su sencillez ni su confiabilidad han sido superadas.

Los motores monofásicos de inducción se producen únicamente en tamaños muy pequeños, que varían entre 1/6 y 1/100 HP, pero que por lo general tienen menos de 1/40 HP. Su factor de energía es bajo; además, son ineficientes (30 a 40 por ciento). También su momento máximo de torsión es bajo (como 125 por ciento del momento torsional de régimen).

Los motores monofásicos de inducción se usan principalmente para ventiladores pequeños. Dentro del rango que va de 1/20 *y 1/4* HP, en el que la eficiencia no tiene mucha importancia, se usan en dispositivos cuyas velocidades estándar de carga son de unas 1550, 1050 y 800 rpm.

El motor monofásico de inducción no tiene interruptores internos. Como el motor puede tolerar grandes cantidades de deslizamiento antes de descomponerse, la velocidad se regula fácilmente con la variación del voltaje. El motor monofásico de inducción tampoco tiene un interruptor centrífugo para limitar las posibilidades de velocidad. Puede ser construido de manera que permita seleccionar cualquiera de varias velocidades. Esto se hace dotándolo de un medio para controlar el voltaje en la totalidad de la bobina. Para

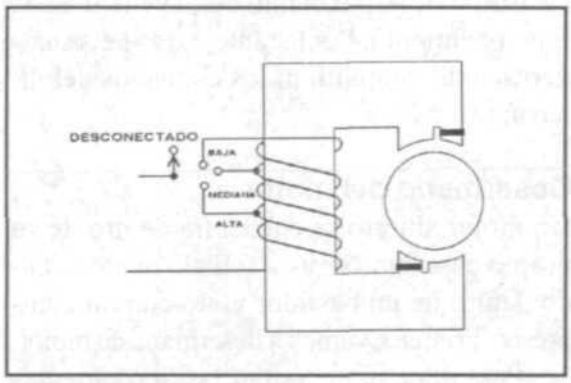


Figura 27-9. Control de la velocidad en el motor monofásico de inducción.

ello, el voltaje de línea se aplica a las tomas de corriente de los devanados de la bobina, como se muestra en la Figura 27-9.

Servicio de motores de fase dividida o monofásica de inducción

Aunque en muchos casos, cuando un motor se descompone, resulta más práctico reemplazarlo, habrá ocasiones en que usted necesitará darle servicio a algún motor eléctrico.

Tal vez tenga que utilizar uno o varios de estosprocedimientos:

Limpiar los contactos del interruptor centrífugo cuando estén sucios y picados.

Remplazar el conjunto del interruptor centrífugo.

Remplazar las chumaceras o los bujes.

Limpiar el polvo y la pelusa que se hayan acumulado en el motor.

En esta sección, le vamos a dar servicio a un motor abierto impulsado por una banda. Usaremos un motor de fase dividida, con un interruptor centrífugo. Sin embargo, el motor monofásico de inducción se desarma y se vuelve a armar de manera parecida. No hay que preocuparse del interruptor de arranque, sea que se trate de un interruptor centrífugo o de un relevador. El motor monofásico de inducción no tiene un devanado de arranque que se deba desconectar cuando el motor alcanza 75 a 80 por ciento de su velocidad de funcionamiento. Por lo tanto, no es necesario verificar el conjunto ni los contactos del interruptor.

Desarmado del motor

Un motor abierto se encuentra dentro de su propio bastidor. No está sellado ni atornillado dentro de un bastidor junto con un compresor. Primero, vamos a desarmar este motor.

Para ello, se necesitan las herramientas enumeradas a continuación.

- Destornillador
- Llave de boca
- Punzón de marcar
- Martillo de bola
- Martillo de cara blanda
- Juego de llaves de cubo pequeñas
- Anteojos protectores

Además, se necesitan estas otras cosas:

- Trapos o toallas limpias
- Líquido para limpiar motores
- Trapos para lustrar
- Aire comprimido

Primero, póngase sus anteojos protectores y después desconecte el motor, mecánica y eléctricamente, del sistema. Ahora, con el aire comprimido, limpie el motor por fuera. Esto es importante, porque así se evita que la suciedad que tiene por fuera el motor se introduzca en su interior cuando lo abra.

Otro paso importante es marcar las campanas de los extremos para que pueda volver a ponerlas en el sitio correcto. Use el punzón de marcar para hacer una marca en el bastidor y en la campana del otro extremo.

Con el juego de llaves de cubo, afloje y quite los cuatro pernos del ensamble, así

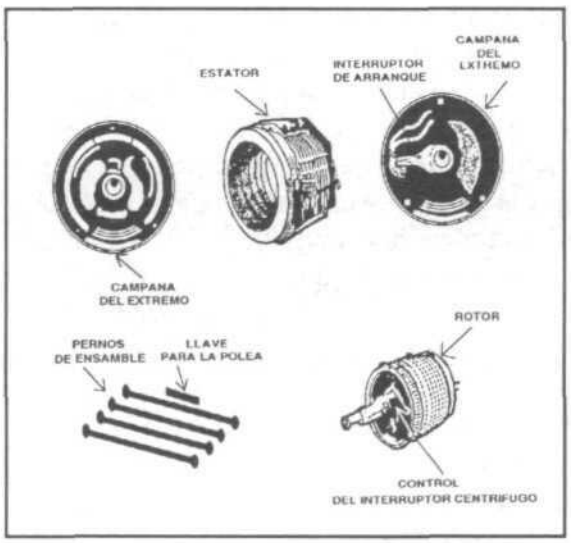


Figura 27-10. Un motor de fase dividida ya desarmado.

como sus tuercas. Afloje el tornillo de retención y la llave de la polea dentada. Quite la polea. Con el punzón y el martillo blando golpee ligeramente las campanas de los extremos, para sacarlas.

Quite la campana que no lleva el interruptor (centrífugo) de arranque. Cuando comience a quitar el rotor, si tiene calzas, fíjese en qué posición se encuentran. Entonces quite el rotor. Ahora ya puede quitar la campana que lleva el interruptor de arranque. La Figura 27-10 muestra un motor desarmado.

PRECAUCIÓN: NO INTENTE QUITAR EL ESTATOR.

Una vez que haya desarmado el motor, inspeccione, limpie y, en caso necesario, remplace los contactos del interruptor centrífugo o el conjunto completo, así como las chumaceras o los bujes, el rotor y el estator.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Tipo de motor eléctrico que puede girar en los dos sentidos. _____ a. caballo de fuerza (HP)
2. Unidad mecánica que es igual a levantar 33,000 pie-libras por minuto. _____ b. monofásico de inducción
3. Tipo de motor eléctrico que se produce únicamente en tamaños pequeños, que varían entre 1/6 y 1/100 HP. _____ c. motor abierto
4. Equipo que generalmente se impulsa con motores monofásicos de inducción. d. de inducción de fase dividida
5. Tipo de motor que se encuentra dentro de su propio bastidor. _____ e. ventiladores pequeños

Respuestas

1. d 2. a 3. b 4. e 5. c

Limpieza del motor

Para limpiar el motor, lo primero que se debe hacer es quitarle la pelusa y el polvo con el aire comprimido. La pelusa y el polvo no dejan que el aire circule libremente por el motor. En caso de que las chumaceras hayan dejado escapar un poco de aceite, quítelo con un trapo. Limpie todas la piezas del motor con el líquido limpiador. Consulte las recomendaciones del fabricante del motor acerca del tipo de líquido y lubricante que se deben utilizar para esta tarea. Tenga cuidado con el líquido para limpiar y no corra riesgos al usarlo. Use solamente la cantidad necesaria.

Asegúrese de que el sitio donde se encuentre trabajando esté bien ventilado. El respirar demasiado líquido limpiador puede ser peligroso. No use tetracloruro de carbono, porque sus vapores son muy tóxicos e incluso mortales.

Siempre que maneje las piezas del motor, hágalo con cuidado. Están hechas a máquina y con precisión. Hay que tener cuidado de no rayarlas o abollarlas, así como de no dañar los devanados.

Ahora trataremos de las dos piezas a las que deberá dedicar casi toda su atención cuando trabaje en este tipo de motores.

Servicio del interruptor centrífugo

Lo más común es que los problemas del interruptor centrífugo sean causados por las chumaceras y los contactos, así como por el mecanismo del propio interruptor. Naturalmente, esto se aplica sólo a los motores de fase dividida. Los motores monofásicos de inducción no tienen interruptor centrífugo.

Es posible que los contactos del interruptor estén quemados o picados, lo cual impide que haya un buen contacto eléctrico. La suciedad y la arenilla pueden obstruir el funcionamiento mecánico del mecanismo del interruptor. Y esto puede hacer que el interruptor siga abierto después de que el motor ha dejado de trabajar. Si los contactos están abiertos y se intenta que arranque el motor, la flecha no girará. El motor zumbará, pero no girará.

Revise las chumaceras y compruebe que no estén gastadas. En caso contrario, remplácelas. Limpie las piezas mecánicas del interruptor y asegúrese de que no tenga ninguna materia extraña que lo mantenga abierto. Si las superficies de contacto están ligeramente picadas, devuélvales sus condiciones de funcionamiento limpiándolas con una tela de esmeril o con un papel de lija al agua del #600. Y si están un poco sucias o quemadas, lo mejor es usar una herramienta para pulir. Si le queda alguna duda acerca de las condiciones del interruptor centrífugo, es mejor que remplace todo el conjunto.

Servicio de las chumaceras

Por lo general, las chumaceras están hechas de bronce fosforoso. Se ponen a presión en las campanas de los extremos. Otras veces, están sujetas con unas chavetas, en cuyo caso la chaveta se mete a presión a través del bastidor hasta que llega a la chumacera. Como las chumaceras se sobrecalientan fácilmente, es necesario revisarlas con frecuencia. El sobrecalentamiento se produce por cualquiera de las condiciones siguientes:

- Aceite muy pesado
- Aceite muy delgado
- Basura en el aceite
- Banda muy tensa
- Cubo de la polea dentada que roza con la chumacera
- Motor desalineado

Como se ve por la lista anterior, es importante usar el aceite apropiado. Se debe escoger un aceite lubricante mineral que no cambie debido a los cambios de temperatura. También hay que asegurarse que sea de un tipo que no haga espuma ni burbujas con facilidad.

Es importantísimo que el motor esté debidamente alineado. Si está desalineado, el hombro de la flecha del rotor jalará o empujará a una de las chumaceras. Esto producirá un desgaste adicional de la chumacera, que se desgastará totalmente al poco tiempo.

Aunque las chumaceras no tengan problemas de sobrecalentamiento, es conveniente que las revise para ver si están desgastadas. Si el rotor choca con el estator, estarán no sólo gastadas sino acabadas, por lo que habrá que reemplazarlas. La tolerancia entre el rotor y el estator depende del motor. Consulte el manual del propietario. La tolerancia debería ser de entre 0.038 cm (0.015 pulgadas) y 0.076 cm (0.030 pulgadas). Sea cual fuere la tolerancia requerida, debe ser la misma en todo el contorno del rotor. En otras palabras, la tolerancia alrededor del rotor debería ser completamente pareja.

Si cuando el motor arranca se escucha una especie de rugido, es probable que las chumaceras estén gastadas aunque la tolerancia sea la correcta. Cuando escuche ese sonido, revise las chumacera y remplácelas si es necesario.

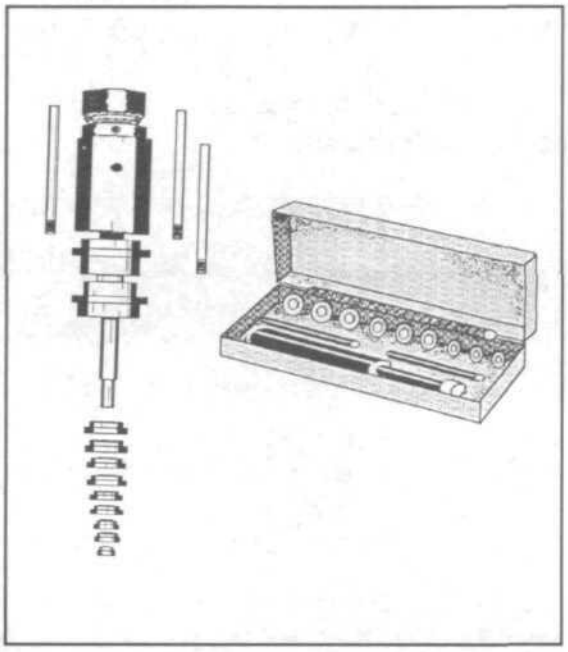


Figura 27-11. Estuche de herramientas para quitar e instalar las chumaceras de los motores.

Para quitar una chumacera, presiónela hacia adentro. Cuando lo haga tenga cuidado de no aplicar demasiada fuerza a la campana del extremo, porque se podría resquebrajar. La Figura 27-11 muestra una herramienta especial que sirve para quitar e instalar chumaceras.

Después de instalar una chumacera, es necesario ensancharla. Para ello, se deben usar ensanchadores ajustables y ensanchar dos chumaceras a la vez. La superficie de la flecha de la chumacera debe estar perfectamente lisa. En caso contrario, hay que reparar la flecha en un torno con esmeriladora.

Servicio de la banda y la polea dentada

Cuando un motor de fase dividida es parte de un motor de impulso abierto, hay otras dos partes que es necesario revisar. Se trata de la polea dentada y la banda. Hay poleas de muy diversos tamaños, y por lo general están hechas de acero o hierro fundido. Unas poleas de un tipo especial, llamadas poleas de paso regulable, facilitan el ajuste de la banda. Ajustando la banda, se ajusta la velocidad de la carga, ya sea que se trate de un ventilador o de un volante. Para hacer esto, se hace girar la mitad variable para ensanchar o estrechar la ranura en la que va montada la banda. Si se ensancha la ranura, se reduce la velocidad del dispositivo impulsado por la banda; y si se estrecha, se aumenta la velocidad. Con las poleas de este tipo es posible ajustar la velocidad hasta un 30 por ciento.

Las bandas se hacen en capas o con una mezcla de hule natural y sintético. Las bandas de capas se hacen con capas de hule, tela y cordón.

Si una banda no está alineada correctamente, el motor dura menos de lo debido, porque hace que aumente la carga del motor. Entonces, el motor se vuelve ruidoso y no funciona tan bien como debiera. Tampoco la banda dura tanto como debiera.

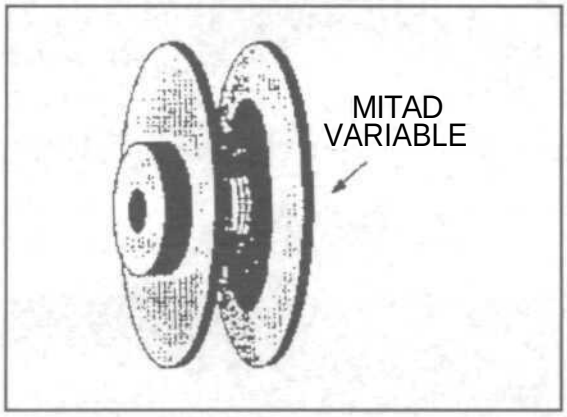


Figura 27-12. Una polea ajustable permite ajustar hasta un 30% la velocidad de los aparatos eléctricos impulsados por una banda.

Cuando un motor esté unido por una banda al aparato que impulsa, debe uno asegurarse de que las dos flechas estén paralelas. Si no están paralelas, la banda no gira correctamente en las poleas.

Siempre que pueda, arregle la banda y las poleas de manera que la banda presione sobre el lado inferior de la polea. Verifique que la banda tenga la tensión apropiada y que esté bien alineada. Se debe poder oprimir la banda como 1/2 pulgada (1.25 cm) con sólo 10 libras de fuerza.

Si el motor en cuestión impulsa a un compresor, el volante del compresor y la polea deben estar alineados también de otras dos maneras. Una: la línea central del compresor debe estar paralela a la línea central de la flecha del motor. Dos: las ranuras de las poleas deben estar alineadas entre sí. Cuando se tiene cuidado de alinear de esta manera el compresor y el motor, tanto la banda como el motor duran mucho tiempo.

Recuerde que todos los aspectos que hemos estudiado en esta lección, con excepción de lo relacionado con el interruptor centrífugo, se aplican a los motores monofásicos de inducción de tipo abierto.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V *si considera verdadera la afirmación, o la letra* F *si la considera falsa.*

1. Los problemas más comunes del interruptor centrífugo son causados por las chumaceras y los contactos, así como por el mecanismo del propio interruptor.	F	V
2. Por lo general, las chumaceras están hechas de bronce fosforoso.	F	V
3. Un motor eléctrico funciona aún estando desalineado.	F	V
4. Las bandas de transmisión se fabrican de píastico.	F	V
5. Cuando se tiene cuidado de alinear al compresor con el motor, tanto la banda como el motor duran mucho tiempo.	F	V

Respuestas

1. V 2. V 3. F (Es importantísimo que el motor esté debidamente alineado.) 4. F (Las bandas se hacen en capas con una mezcla de hule natural y sintético.) 5. V

Ensamble del motor

Bien, ahora estamos listos para volver a armar el motor. Primero, coloque otra vez la campana del extremo que lleva el interruptor de arranque. Luego, introduzca el rotor. En caso de que haya habido calzas, asegúrese de que estén en su sitio. Verifique la alineación del rotor y el estator. Coloque la otra campana del extremo.

Compruebe que las dos campanas estén bien colocadas y alineadas con las marcas del punzón. Con el martillo blando, déles unos

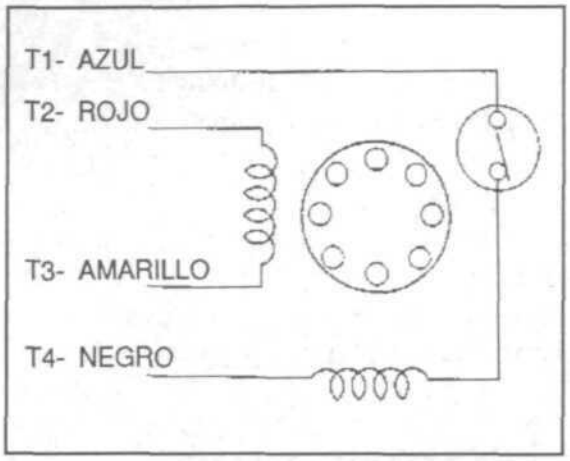


Figura 27-13. Código de colores para los conductores de motores, de la ANFME.

golpecitos para que ajusten en su lugar. Antes de poner los birlos de las campanas, límpielos y púlalos. Después de insertarlos, apriételos bien.

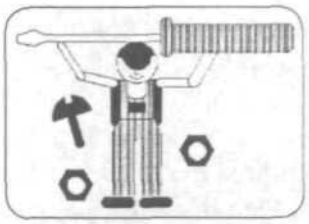
Debe poder hacer girar la flecha manualmente y con facilidad. De no ser así, habrá que "empezar por el principio", como se dice. Es posible que las campanas de los extremos no estén debidamente alineadas, o que haya una obstrucción entre la chumacera y la flecha.

Para probar el motor, se le pueden conectar temporalmente unos conductores, usando para ello el código de colores para los conductores de motores, de la Asociación Nacional de Fabricantes de Material Eléctrico, como se muestra en la Figura 27-13.

Resumen

Al finalizar esta lección habrá conocido usted cómo hacer funcionar un motor monofásico de inducción. También sabrá que el motor de corriente alterna, monofásico básico, no es más que un transformador especial que a veces recibe asimismo el nombre de transformador rotatorio. Ya tiene consciencia de la relación existente entre velocidad, deslizamiento y frecuencia de la energía. Por ejemplo, sabe que la velocidad del motor se reduce mediante el control del deslizamiento del motor o de la frecuencia de la energía. ¿Pero qué es el deslizamiento? Muy sencillo: la diferencia de velocidad entre el campo rotatorio y el rotor. Ya vimos que la principal diferencia entre un motor de fase dividida y un motor monofásico de inducción es la manera como hacen girar el rotor. Aquél usa un devanado de arranque, mientras que este último pone en cortocircuito una parte de cada polo. Otras ventajas que igualmente el segundo tiene es que es más confiable y más barato de construir. ¿Cómo se cambia la rotación del motor monofásico de inducción? Invirtiendo el rotor. También se puede utilizar un motor monofásico de inducción con doble flecha para contar con dirección en el sentido de la manecillas del reloj y en sentido contrahorario.

En esta lección estudiamos el procedimiento para dar servicio a un motor abierto de fase dividida impulsado por una banda. El mismo procedimiento se aplica al motor monofásico de inducción, pero ya no es necesario ocuparse de ningún devanado de arranque, ni de ningún interruptor centrífugo, ni de relevador alguno.



Tareas Prácticas

Identificación de las partes del motor monofásico de inducción

Materiales que usted necesitará

- Un motor monofásico de inducción desarmado
- Su relación de partes de un motor monofásico de inducción
- Papel y lápiz

Información previa

Los motores convierten la energía eléctrica en energía mecánica. Como los circuitos eléctricos, los motores se dividen en dos categorías generales: de corriente eléctrica y de corriente alterna, según el tipo de corriente involucrada. Los de corriente alterna se clasifican, a su vez, en dos divisiones principales (según el tipo de potencia usado):

- monofásicos
- polifásicos (trifásicos)

Los motores monofásicos son menos eficientes que los motores trifásicos. Se utilizan principalmente donde la demanda es de unidades de fracciones de caballo, o donde sólo se dispone de servicio eléctrico monofásico. (En algunos tipos de aplicaciones especiales, pueden usarse motores monofásicos de hasta varios caballos de fuerza, pero en general el campo monofásico es para alrededor de 3 H.P.) Los motores monofásicos pueden clasificarse en:

- de fase dividida
- de arranque con capacitor
- de capacitor permanente
- con capacitor de arranque y capacitor de operación
- de inducción

Las dos partes principales de un motor son el rotor y el estator. El primero es la parte rotatoria, y algunas veces se conoce como la armadura. El segundo es la parte estacionaria.

Lo que usted deberá hacer

Identificará plenamente las partes principales de un motor eléctrico monofásico de inducción.

Procedimiento

1. Busque algún taller de mantenimiento eléctrico de motores en su localidad.
2. Explique al encargado que usted es estudiante de técnico de servicio en aire acondicionado y refrigeración, y que está desarrollando la presente tarea práctica.
3. Pídale que le muestre un motor monofásico de inducción armado, y luego otro desarmado.
4. En el motor desarmado, identifique las siguientes partes:
   - el rotor
   - el estator
   - los carbones
   - los cojinetes (baleros)
5. Observe cuidadosamente cada parte y anote los datos más importantes.
6. Procure preguntarle al encargado todas las dudas que tenga, a fin de que queden perfectamente aclaradas.

Conclusiones

Las que usted obtenga.

...y después, ¿qué sigue?

¿En qué consiste básicamente un motor? ¿De acuerdo con qué principio funcionan los motores? ¿Cuántas vueltas le cuesta al conmutador la inversión de los polos? ¿Cómo se clasifican los motores con capacitor? ¿En qué se emplean los motores con capacitor? ¿Qué es un CDP y dónde se emplea principalmente? ¿Quién tiene mayor eficiencia **de** marcha, el motor de CDP o el de ACMC? ¿De qué depende la velocidad de los motores de inducción? ¿Qué es un motor sincrónico? ¿Qué pares de torsión utiliza?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. El efecto de la bobina auxiliar de arranque consiste en hacer que el flujo magnético se desvíe a lo ancho del frente del polo desde la parte no sombreada a la

a. inducida.
b. sombreada.
c. cargada.
d. dividida.

2. El motor de fase dividida de dos polos tiene una velocidad, con carga, de alrededor de

a. 5430 r.p.m.
b. 4530 r.p.m.
c. 3540 r.p.m.
d. 3450 r.p.m.

3. Los motores monofásicos de inducción que tienen una sola flecha no cambian de dirección, a menos que sean desarmados para

a. invertir la flecha del rotor.
b. cambiar la flecha del motor.
c. quitar la flecha del rotor.
d. poner la flecha del motor.

4. El motor monofásico de inducción no tiene

a. cojinetes.
b. bobinas.
c. interruptores internos.
d. devanados.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES

Calificación

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L427

5. Para limpiar un motor, lo primero que se debe hacer es quitarle la pelusa y el polvo con

a. agua.
b. aceite.
c. gasolina.
d. aire comprimido.

6. Si cuando un motor arranca se escucha una especie de rugido, es probable que

a. las chumaceras estén gastadas.
b. las chumaceras tengan una tolerancia incorrecta.
c. las chumaceras estén muy frías.
d. las chumaceras estén húmedas.

. Para lavar motores eléctricos, nunca se debe emplear:

a. aire.
b. tetracloruro de carbono.
c. solvente dieléctrico.
d. solvente dieléctrico de seguridad.

8. Después de instalar una chumacera, es necesario

a. cambiarla.
b. reducirla.
c. ensancharla.
d. ponerla.

9. Siempre que sea posible, se debe arreglar la banda y las poleas de manera que la banda presione sobre

a. el lado superior de la polea.
b. el lado inferior de la polea.
c. el lado inferior de la banda.
d. el lado superior de la banda.

10. Para alinear el motor y el compresor, la línea central del compresor con la línea central de la flecha del motor deben estar

a. perpendiculares.
b. rectangulares.
c. verticales.
d. paralelas.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. Construcción básica del motor....5
3. Tipos de motores con capacitor....9
4. Velocidades de los motores....14
5. Motores trifásicos....16
6. El motor sincrónico....17
7. Par de torsión....20
8. Resumen....23
9. Tareas prácticas....24
10. Examen..,...25

Construcción del motor eléctrico

L428 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Construcción básica del motor, 5
- La ley del magnetismo, 5
- Clasificación de los motores, 6

Tipos de motores con capacitor, 9
- El motor con capacitor de arranque y marcha por inducción (CAMI), 10
- El motor con capacitor de división permanente (CDP), 12
- El motor con capacitor de arranque y con capacitor de recorrido (CACR), 13

Velocidades de los motores, 14

Motores trifásicos, 16

El motor sincrónico, 17

Par de torsión, 20

Resumen, 23

Tareas prácticas:
- Identificación (cálculo) de la velocidad sincrónica de un motor, 24

Examen, 25

Introducción

Como ya hemos visto en lecciones anteriores, los motores eléctricos son dispositivos de impulso altamente confiables, económicos y de operación simple. Son las máquinas que más amplia utilización tienen en la industria. Existen muchos tipos de motores eléctricos, pero todos están diseñados para efectuar el mismo trabajo: el de transformar la energía eléctrica en energía mecánica. La energía eléctrica se conecta al motor, mientras que la energía mecánica se entrega por conducto de una flecha giratoria al equipo impulsado.

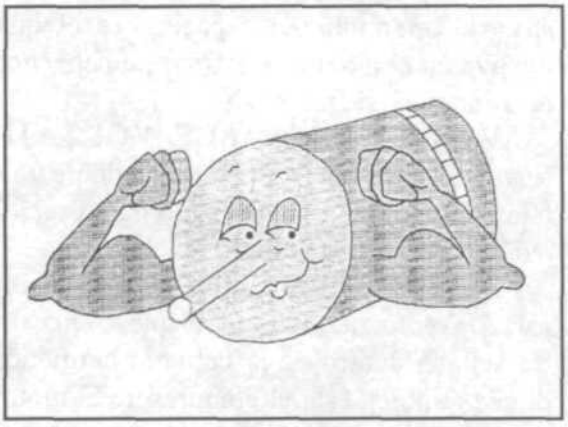


Figura 28-1 Un motor que esté bien atendido trabajará mucho tiempo sin sufrir desperfectos.

Durante el desarrollo de este curso que lo está formando como técnico de servicio en refrigeración y aire acondicionado, usted ha tenido acceso a la información sobre los cuidados necesarios que se deben proporcionar a un motor eléctrico. Está consciente de que el motor es el corazón de cualquier sistema de refrigeración y aire acondicionado, y de ahí la importancia que representa en su trabajo.

Al llegar a esta lección, ya habrá asimilado bastante información sobre motores eléctricos. Ya conocerá los diferentes dispositivos de control y de protección para los motores, los cuales le ayudan a funcionar de manera más eficiente. También estará familiarizado con la información correspondiente a los motores de corriente alterna (CA), de corriente directa (CD) y de fase dividida.

Al concluir esta lección, contará con suficientes elementos para comprender el funcionamiento de diferentes motores de CA.

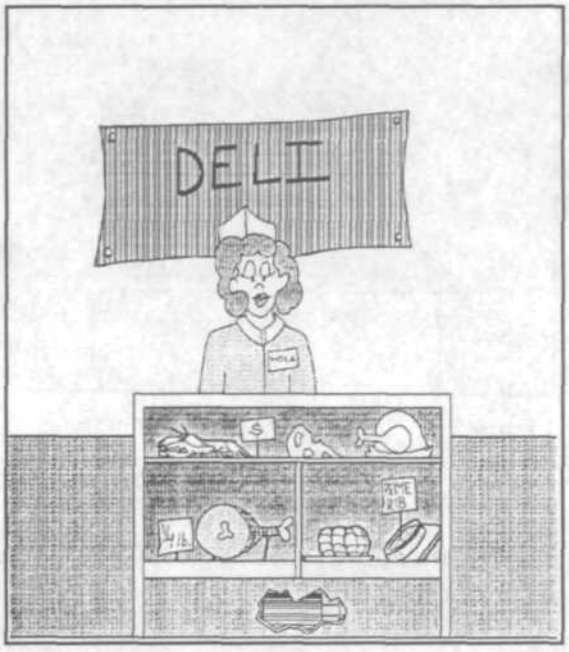


Figura 28-2 Frecuentemente, los motores forman parte de un sistema que protege productos muy costosos.

Definiciones y descripciones

Puede usted empezar a aprender sobre motores trifásicos y con capacitor, leyendo algunas de las frases y palabras importantes que usaremos en esta lección. Después, cuando haga su repaso, lea de nuevo esta sección para refrescar su memoria.

ARMADURA *(armature).* Es la parte móvil de un motor. Se mueve generalmente por magnetismo.

AUTOTRANSFORMADOR AJUSTABLE *(adjustable auto-transformef).* Un autotransformador ajustable es aquel en que ciertas partes del devanado son compartidas por los circuitos primario y secundario. El voltaje de salida puede ajustarse desde cero hasta el voltaje de línea. En la industria, a este

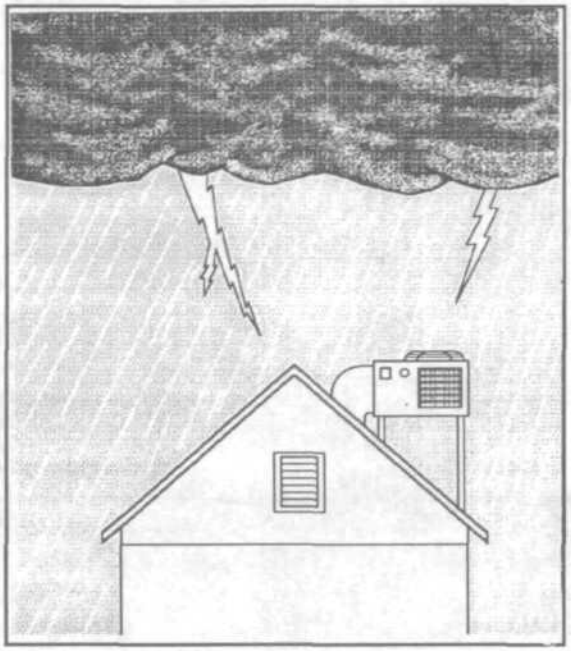


Figura 28-3 Los alojamientos para motores deben poder soportar las condiciones del medio ambiente.

dispositivo se le llama a veces "Variac", que es marca registrada.

CAMPO GIRATORIO *(rotating field).* El campo magnético que se encuentra en los motores eléctricos donde los polos cambian alternadamente sin cesar, para provocar la rotación, se llama campo giratorio.

CAMPO MAGNÉTICO *(magnetic field).* El área que se encuentra alrededor de un imán, en la cual se perciben los efectos del magnetismo, es su campo magnético.

COLECTOR *(commutator).* El colector es un dispositivo que se usa para invertir conexiones eléctricas. Es la parte del rotor que transmite la corriente eléctrica a los devanados del motor.

CONTROL DEL MOTOR *(motor control).* El control del motor es un dispositivo que se emplea para que arranque o se detenga el motor eléctrico en ciertas condiciones de temperatura o presión.

CORRIENTE CON ROTOR EN REPOSO *(locked rotor amps).* La corriente con el rotor en reposo es la cantidad de amperes que fluyen en el circuito hacia un motor cuando el rotor del mismo está enclavado para impedir su movimiento.

DISPOSITIVO DE ARRANQUE DEL MOTOR *(motor starter).* Este dispositivo consiste en una serie de interruptores eléctricos que normalmente son activados por electromagnetismo.

LEY DEL MAGNETISMO *(law of magnetism).* Esta ley indica que los polos del mismo nombre se repelen y los opuestos se atraen.

MOTOR. El motor es una máquina giratoria que convierte la energía eléctrica en energía mecánica. Su nombre en inglés es igual.

MOTOR DE CAPACITOR *(capacitor motor).* Un motor de capacitor es el que incluye en el circuito eléctrico un capacitor de arranque o de marcha.

MOTOR DE DOBLE VOLTAJE *(dual voltage motor).* El motor de doble voltaje es aquel que está diseñado para funcionar con más de un voltaje.

MOTORHERMETICO *(hermetic motor).* Un motor hermético es el que se encuentra sellado dentro de la cubierta hermética donde también está el compresor. El motor funciona en una atmósfera de refrigerante.

MOTOR TRIFÁSICO *(three-phase motor).* El motor trifásico es un motor para corriente alterna. Funciona por medio de corriente trifásica.

PAR MOTOR *(torque).* El par motor o torque es una fuerza giratoria o de torsión. Es una fuerza que produce rotación.

RESISTOR VARIABLE *(variable resistor).* Es un resistor de alambre. La resistencia se puede seleccionar dentro de una gama determinada, haciendo girar el eje de control.

SINCRÓNICA *(synchronous).* Se dice de la velocidad constante a la cual se ajusta por sí mismo un motor de corriente alterna. Esa velocidad constante depende de la frecuencia de la energía eléctrica suministrada y del número de polos que tenga el motor.

Construcción básica del motor

Un motor está constituido por un miembro estacionario y un miembro giratorio. Ambos poseen campos magnéticos energizados por una corriente eléctrica que circula por una bobina. La interacción de estos campos magnéticos produce una fuerza de rotación o par de torsión. Este par de torsión hace girar el miembro rotatorio.

El motor consta de imanes, una armadura (bobinas movibles) y un conmutador. El conmutador es un dispositivo que se usa para invertir las conexiones eléctricas. Como usted ya conoce, esencialmente todos los motores son núcleos magnéticos. Estos se energizan por medio de devanados conductores de corriente denominados bobinas. Los núcleos magnéticos estacionarios y rotatorios se deben mantener en su relación correcta. Esto se lleva a cabo mediante una armazón y los cojinetes del motor.

La armazón o envolvente de un motor también permite aplicar los motores en ambientes diferentes. Proporciona igualmente espacio para el aislamiento. Este es importante para proteger el motor contra el calor y la humedad.

La Figura 28-4 ilustra un motor típico y sus partes componentes. El diseño del bastidor, de la envolvente, de los cojinetes y de la base determina la habilidad de un motor para soportar las condiciones adversas del clima y el calor. Por lo tanto, verá que pueden existir muchos tipos de diseños de motores, cada uno para una aplicación determinada.

La ley del magnetismo

Usted ya estudió la construcción básica de la mayoría de los motores. Ahora veremos cómo hacen los motores lo que se supone deben hacer. Bien, un motor trabaja de acuerdo con los principios del magnetismo. Esto se explicó en una lección anterior, pero repasémoslo una vez más. La ley del magnetismo dice que los polos semejantes de dos imanes se repelen entre sí, mientras los polos diferentes se atraen uno al otro. En un motor se aplica esta ley para producir una acción de rotación.

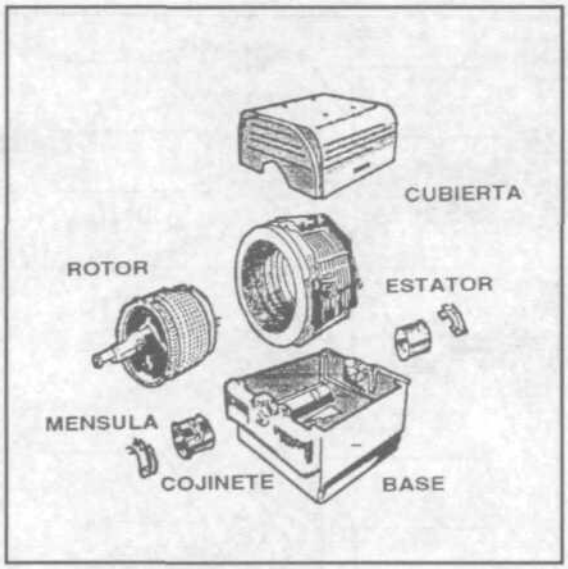


Figura 28-4 Partes de un motor típico.

Además, se enrolla una bobina de alambre alrededor del imán para construir un electroimán. Ello hace más fuerte el campo magnético y mejora la acción de rotación. Esto se muestra en la Figura 28-5, donde la acción de repulsión de los polos semejantes hace que la armadura comience a girar.

La mayoría de los motores poseen varios juegos de bobinas en la armadura. Cuanto más bobinas tenga la armadura, más fuerte será el campo magnético. Si sólo se usara una bobina, el motor tendría muy poca potencia.

La Figura 28-5 muestra un motor básico trabajando de acuerdo con la ley del magnetismo. Note que las terminales de la bobina (armadura) están conectadas al conmutador. Las escobillas fijas conducen la electricidad a la entrada y la toman de la salida del conmutador. Como puede ver, los polos semejantes se repelen y hacen girar la armadura.

Cuando la armadura completa un cuarto de vuelta, los polos opuestos se atraen y la armadura continuará girando. Después de media vuelta, el conmutador invierte los polos y se repite el proceso.

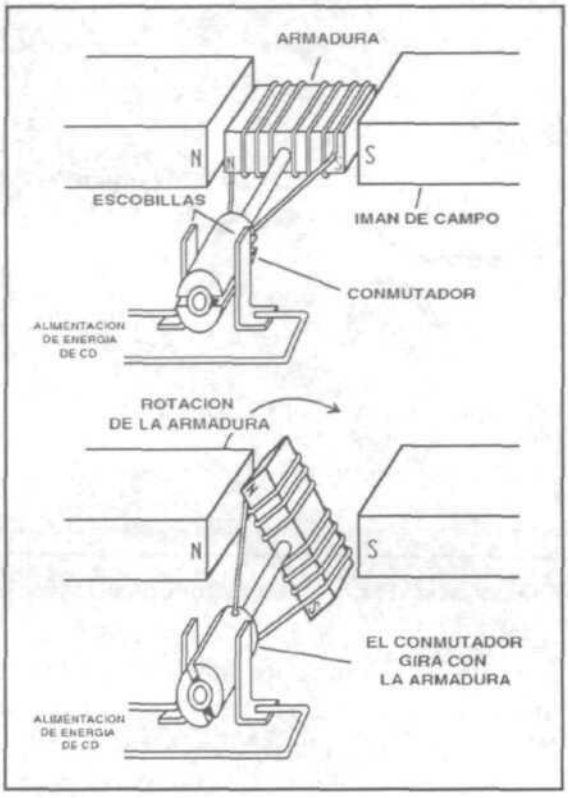


Figura 28-5 El magnetismo y los motores. Acción de rotación producida por el magnetismo (A). Operación de un motor eléctrico simple *(B).*

Por la rotación constante, las escobillas tienden a desgastarse. Se deben cambiar cuando se hayan desgastado tanto que ya no hagan contacto con el conmutador. Un contacto insuficiente hará que el motor tenga un par de torsión de arranque débil. Si las escobillas no se encuentran desgastadas, pero a pesar de esto no hacen un buen contacto, el conmutador puede estar sucio. El conmutador se fabrica de cobre y se puede limpiar con un papel de lija de grano fino.

Todo este conjunto está montado sobre cojinetes para que gire libremente. Aquí es importante mencionar que los cojinetes de cualquier motor deben poseer una lubricación apropiada para evitar el desgaste.

Los motores deben girar cuando trabajan. Para mantenerlos girando libremente, se deben cuidar los cojinetes. Demasiado aceite los estropeará y la escasez de lubricante producirá desgaste y fricción. Por supuesto, como hay toda clase de motores, existen algunos que se han lubricado previamente. Es decir, cuentan con la cantidad correcta de aceite dentro de cojinetes sellados. Consulte la Figura 28-6, que muestra el aspecto del ensamble tal como se ve después de montar todas las piezas que lo componen.

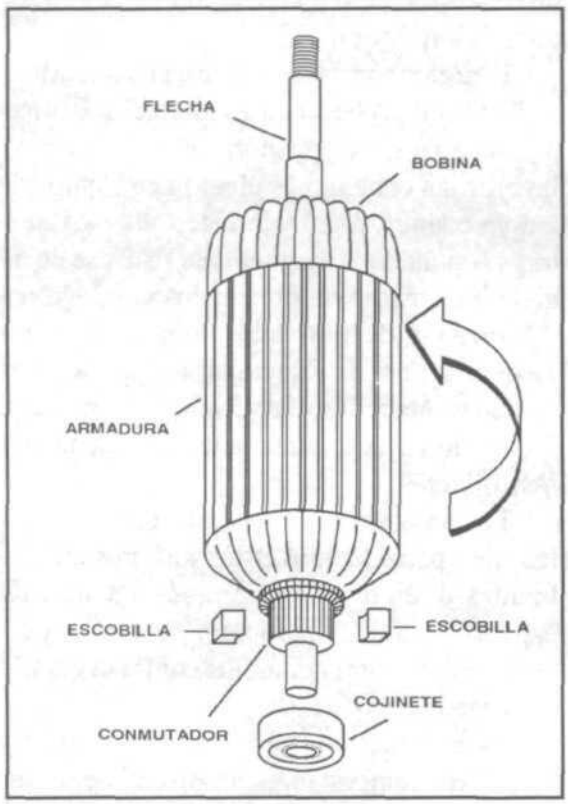


Figura 28-6 Ensamble de armadura y conmutador del rotor de un motor simple.

Clasificación de los motores

Ahora que usted ya conoce la construcción básica de un motor, necesita saber cómo se agrupan los motores. Estas máquinas se clasifican a fin de facilitarnos la selección del mejor motor para la aplicación o sistema con que estamos trabajando.

Los motores se pueden clasificar de acuerdo con el número de fases en monofásicos o polifásicos. O se pueden clasificar por el tipo de corriente que usen en motores de corriente alterna (CA) o de corriente directa (CD).

La Figura 28-7 ilustra las dos maneras en que se pueden clasificar los motores.

Monofásico	Polifásico
A. Monofásico	A. Jaula de ardilla
1. Arranque por resistencia	B. Rotor devanado
2. Capacitor dividido	
3. Arranque por capacitor	
4. Arranque por repulsión	
B. *Conmutador*	
1. En serie	
2. Repulsión	

Otro sistema de clasificar los motores es por CA o CD:

Corriente alterna	Corriente directa
A. Inducción	A. En serie
1. Devanado de fase	B. En derivación
2. Jaula de ardilla	C. Compuesto
a. Fase dividida	
b. Polo sombreado	
B. Sincrónico	

Figura 28-7 Clasificación de los motores.

Todos los motores cuentan con una placa de nombre. Como vio en una de las lecciones anteriores, esta placa de nombre contiene información valiosa:

- nombre del fabricante
- potencia en caballos de fuerza
- clasificación
- tipos
- números de bastidor
- clasificación de tiempo
- clasificación en rpm
- letras de diseño
- frecuencia (hertz)
- número de fases
- aislamiento
- clase
- clasificación de carga (amperes)
- código de rotor bloqueado
- voltajes de servicio
- temperatura ambiente
- factor de servicio

Figura 28-8 Placa de identificación de un motor.

A menudo se incluye alguna información adicional, tal como el número de serie, el número de modelo, el número de cojinetes y la clasificación de eficiencia. Asegúrese de consultar la placa de nombre antes de usar cualquier motor.

Consultemos estos datos y definamos estos términos:

Caballos de fuerza. Esta es la clasificación de potencia del motor.

Código del motor. Esta es la corriente de arranque necesaria, usualmente designada por una letra. Cuanto más alto es el orden de la letra, mayor es la oleada de la corriente de arranque.

Ciclos. Es la frecuencia, en hertz, a la cual se ha proyectado que trabaje el motor.

Fases. Este término indica el número de fases con las cuales opera el motor.

RPM. Esta es la velocidad del motor a plena carga. Quiere decir revoluciones por minuto.

Protección térmica. Indica la protección térmica con que cuenta el motor.

Amps (amperes). Esta es la corriente nominal a plena carga.

Tiempo. Esta es la clasificación de tiempo que indica el periodo durante el cual puede trabajar el motor proporcionando el servicio señalado en su clasificación.

Temperatura ambiente. Temperatura máxima a la cual debe trabajar el motor.

Factor de servicio. Esta es la cantidad de sobrecarga que puede tolerar el motor funcionando continuamente.

Clase de aislamiento. Este término se refiere al sistema de aislamiento que se usa. Además, usualmente se incluye el tipo de bastidor. En los Estados Unidos es un tamaño de bastidor establecido por la Asociación Nacional de Fabricantes de Productos Eléctricos para que las alturas de las flechas y las dimensiones sean uniformes. De este modo, los motores se pueden intercambiar fácilmente.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Un motor eléctrico está constituido por un miembro estacionario y un miembro_____.
2. La Ley del Magnetismo dice que los polos semejantes de dos imanes se_____entre sí.
3. El conmutador de un motor eléctrico se fabrica de_____y se puede limpiar con un papel de lija de grano fino.
4. Los motores se pueden clasificar de acuerdo con el número de fases. Es decir,_____ y polifásicos.
5. La placa de identificación de los motores a menudo incluye alguna información valiosa como: No. de serie,_____, el número de los cojinetes y la clasificación de eficiencia.

Respuestas

1. giratorio 2. repelen 3. cobre 4. monofásicos 5. número de modelo

Tipos de motores con capacitor

Los motores de fase dividida y con capacitor son motores monofásicos y ambos poseen básicamente el mismo diseño. Sin embargo, son dos motores diferentes. La diferencia entre los dos diseños consiste en que:

- El motor con capacitor usa un capacitor para auxiliarlo en el arranque o durante la marcha.
- En un motor de fase dividida no se puede instalar un capacitor para aumentar el par de torsión.

Los devanados son diferentes para los dos tipos de motores. Si se intenta instalar un capacitor en el devanado de arranque de un motor de fase dividida se puede producir un daño permanente.

El motor con capacitor posee un capacitor para arranque conectado en serie con su devanado de arranque. Esto proporciona un par de torsión más alto para el arranque que el que tiene el motor de fase dividida. También puede contar con un capacitor de marcha conectado en paralelo con los devanados de arranque y marcha del motor.

El motor con capacitor es más eficiente y toma un número de amperes menor que el motor de fase dividida. Existen dos clases de motores con capacitor: para transmisión abierta y herméticos. Estas dos modalidades se clasifican tomando en cuenta si están sellados con el compresor o si quedan descubiertos y separados del compresor. Un motor hermético está completamente sellado dentro de una envolvente. No posee contactos de conexión o interrupción en la envolvente. Esto podría originar la degradación del aceite o el refrigerante si se produjeran arcos eléctricos dentro de la envolvente.

Por lo tanto, para arrancar el motor con capacitor, se usan relevadores de arranque que trabajan con una sacudida de corriente para poner en marcha el motor. Durante el arranque, la corriente cierra un contactor magnético que está conectado al devanado de arranque del circuito. Cuando aumenta la velocidad del motor, la corriente disminuye hasta que se abre el contactor. Esto deja fuera del circuito a la bobina de arranque.

Este relevador se monta fuera de la envolvente sellada. Las terminales se toman a través de bujes aislados y sellados a presión. La Figura 28-9 ilustra un sistema de refrigeración centrífugo herméticamente sellado. Note que el refrigerante fluye a través del motor eléctrico para enfriarlo. El motor y el compresor se encuentran en la misma envolvente.

Normalmente, estas unidades herméticas emplean la fuerza centrífuga para aumentar la presión de un refrigerante. El gas refrigerante se presenta como un flujo continuo a través de los devanados del motor eléctrico. Pueden tener una capacidad de 2,000 toneladas y funcionar a las velocidades del motor.

Las unidades con el motor en el exterior de la envolvente del compresor se conocen como motores para transmisión abierta. Es-

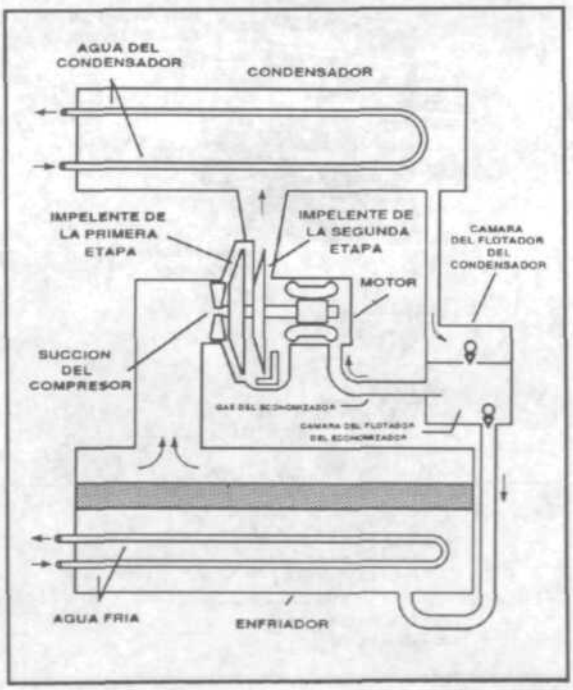


Figura 28-9 Sistema centrífugo de refrigeración, de tipo hermético.

tos motores se pueden impulsar a velocidades de 3,000 a 18,000 revoluciones por minuto. La capacidad se puede variar para adecuarla a la carga.

Por lo tanto, los motores con capacitor se pueden usar en una unidad herméticamente sellada o como motor para transmisión abierta. Los motores con capacitor que se pueden emplear de este modo entran en tres categorías:

el motor con capacitor de arranque y marcha por inducción (CAMI)

el motor con capacitor de arranque y con capacitor de recorrido (CACR)

el motor con capacitor de división permanente (CDP)

Los motores con capacitor trabajan con corriente alterna monofásica. La instalación de un capacitor permite el arranque del motor con cargas elevadas. En los motores de los tipos CAMI, CACR y CDP, el capacitor de arranque se desconecta del circuito después que el motor alcanza su plena velocidad. Si está conectado un capacitor de marcha en el circuito, permanece en el mismo mientras el motor esté funcionando.

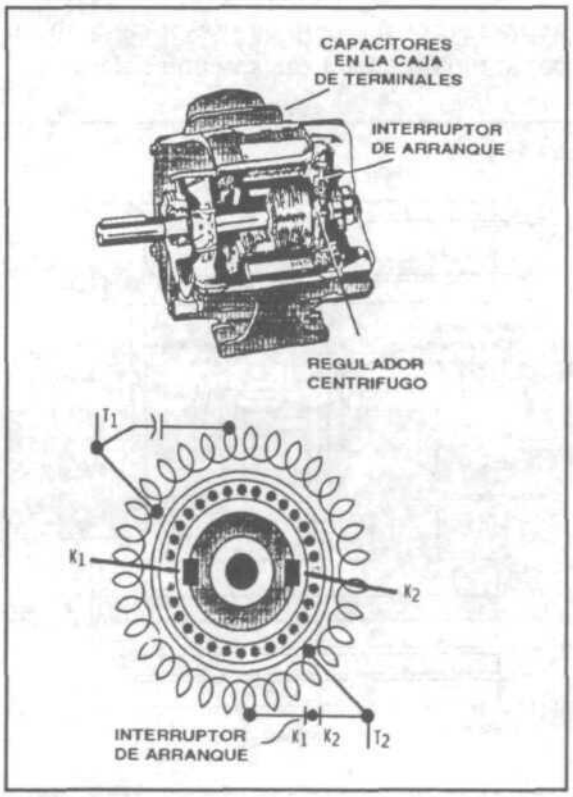


Figura 28-10 Motor del capacitor.

Los motores con capacitor se emplean en los sistemas que demandan un par de arranque alto. Este par de torsión puede tener un valor del 150 al 350 por ciento del par de marcha. Como también necesitan un número bajo de amperes para el arranque, los motores con capacitor se utilizan ampliamente en los compresores, los ventiladores de tamaño grande, los sopladores y las bombas de agua.

Veamos los dos diagramas de la Figura 28-10. El primero muestra el motor con capacitor en su alojamiento. El segundo es una vista lateral del capacitor conectado al devanado del motor.

Analicemos cada tipo de motor con capacitor.

El motor con capacitor de arranque y marcha por inducción (CAMI)

El motor con capacitor de arranque y marcha por inducción (CAMI) se usa en las aplicaciones en que se necesita un par de arranque alto. El capacitor se conecta en serie con el devanado de arranque. Por lo tanto, el capacitor aumenta el par de arranque del motor y reduce la corriente de arranque.

Una vez que el motor alcanza el 75 por ciento de su velocidad normal de operación, se desconecta el capacitor de arranque del circuito. Esto se lleva a cabo mediante un interruptor centrífugo. Este interruptor está montado en la flecha del motor y trabaja de acuerdo con el principio de la fuerza centrífuga.

El mecanismo básico del motor con capacitor de arranque es el interruptor centrífugo. Este interruptor consta de las cuatro partes siguientes:

- el brazo de contacto movible
- la placa de contacto estacionaria

- el contrapeso del regulador
- el resorte del contrapeso

El brazo de contacto gira sobre el contacto. Se mantiene en posición por medio de dos pasadores. El resorte de compresión del pasador mantiene abiertos los contactos cuando el interruptor se encuentra en la posición de marcha. La placa de contacto estacionaria contiene las terminales eléctricas de la línea.

Veamos la Figura 28-11. Este diagrama ilustra las conexiones de los devanados en este tipo de motor. Note que la apertura del interruptor centrífugo desconecta el capacitor del circuito.

Otros tipos de motores con CAMI también pueden incluir otras formas de interruptores o relevadores. Un relevador común que se usa en los motores del tipo CAMI, es el relevador de corriente. Como usted recordará, el relevador de corriente contiene un juego de contactos normalmente abiertos.

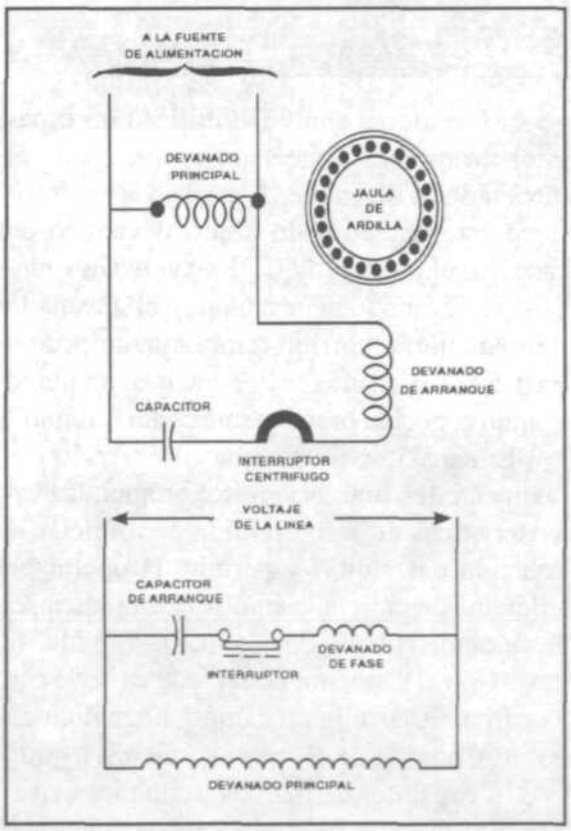


Figura 28-11 Conexiones del devanado de un motor de capacitor.

Esto es lo que sucede cuando el motor trata de arrancar: la bobina se magnetiza y produce el cierre de los contactos. Entonces puede fluir la corriente a través del capacitor de arranque y por el devanado de arranque.

Cuando aumenta la velocidad del motor, disminuye el número de amperes. Cuando el motor alcanza aproximadamente el 75 por ciento de la velocidad a plena marcha, el número de amperes será suficientemente bajo para desenergizar la bobina magnética y permitir la apertura de los contactos. Esto desconecta el capacitor de arranque del circuito del motor. El diagrama de la Figura 28-12 ilustra cómo se incluye un relevador de corriente en el devanado de un motor del tipo CAMI.

Como el capacitor se encuentra en el circuito solamente durante el arranque del motor, las características de marcha son iguales que las de un motor de fase dividida. En otras palabras, los motores de CAMI y los de fase dividida de la misma clasificación de potencia en caballos de fuerza tendrán características de marcha idénticas.

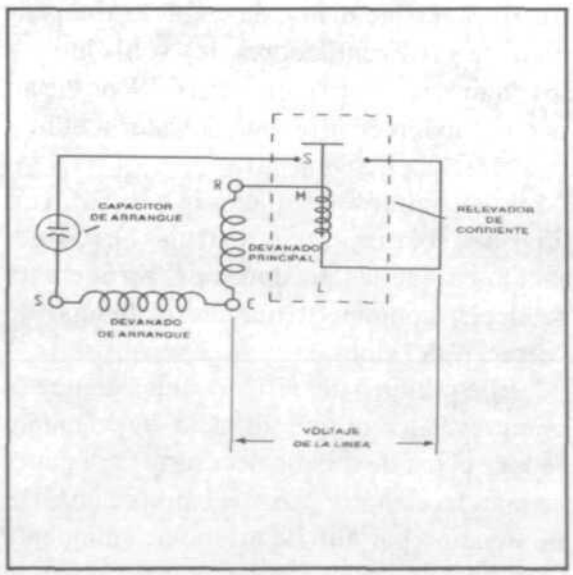


Figura 28-12 Devanado de un motor del tipo CAMI con relevador de corriente.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Tipo de motor que posee un capacitor para arranque conectado en serie con su devanado de arranque. _____
2. Tipo de motor que está completamente sellado dentro de una envolvente. _____
3. Dispositivo que permite el arranque de un motor con cargas elevadas. _____
4. Tipo de motor que se usa en aplicaciones donde se necesita un par de arranque bastante alto. _____
5. Mecanismo básico del motor con capacitor de arranque. _____

a. capacitor
b. motor con capacitor de arranque
c. motor con capacitor
d. interruptor centrífugo
e. motor hermético

Respuestas

1. c 2. e 3. a 4. b 5. d

El motor con capacitor de división permanente (CDP)

El motor con capacitor de división permanente o CDP se usa ampliamente en la industria de la refrigeración. Se emplea principalmente en los ventiladores, los sopladores y los compresores. El motor con CDP posee un par de torsión de arranque de valor medio y una marcha eficiente.

Los compresores que usan el motor con CDP se deben utilizar en sistemas de refrigeración en que las presiones del refrigerante se deben compensar durante el tiempo de "reposo" del ciclo.

El equilibrio del sistema antes de que el compresor tenga que arrancar nuevamente reduce el par de torsión necesario para poner en marcha el motor. Como el motor con CDP no tiene un par alto de arranque, solamente se usa cuando se necesitan valores de par de arranque buenos o moderados para poner en marcha el sistema.

Los motores con CDP utilizan un capacitor de marcha conectado en serie con el devanado de arranque. Algunas veces se conoce este embobinado como devanado de fase. En el motor con CDP hay dos devanados: el devanado de arranque y el devanado de marcha o recorrido (embobinado principal). Los devanados se conectan en un punto común conocido propiamente como "común".

El capacitor de marcha o recorrido desempeña dos funciones: proporciona las características de fase dividida para iniciar la rotación del motor, y permite la operación eficiente de marcha cuando el motor alcanza la velocidad plena. Básicamente, "divide" la fase. Con el capacitor conectado en serie con la carga, desarrolla un campo magnético giratorio, por lo que el motor comienza a girar.

El capacitor de marcha permanece en el circuito durante todo el ciclo de funcionamiento. Funciona como devanado adicional de marcha y proporciona la operación efi-

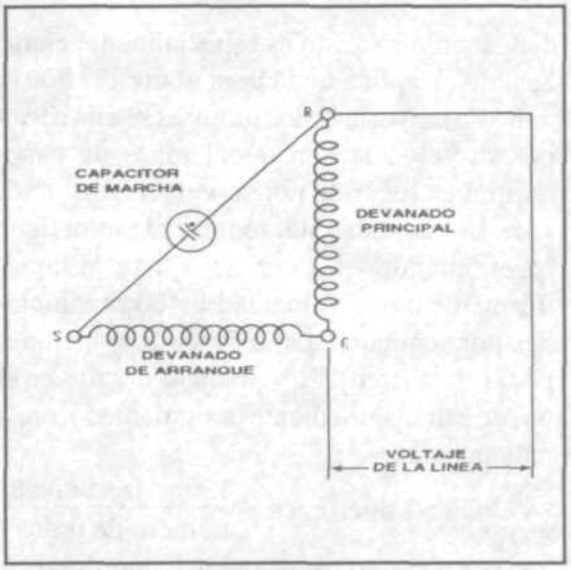


Figura 28-13 Alambrado de motor del tipo CDP.

cíente del motor. Note en la Figura 28-13 cómo se conecta el capacitor de marcha con los devanados en un motor del tipo CDP. El capacitor de marcha siempre se conecta entre las terminales de marcha y arranque del motor.

El devanado de arranque está formado por alambres mucho más delgados que el devanado de marcha y, también, puede poseer más espiras. Debido a esto, el devanado de arranque tiene una resistencia más alta que el embobinado de marcha. Esto significa que el devanado de arranque no puede tomar una corriente muy alta durante mucho tiempo. De este modo se limita la clasificación en microfaradios (mfd) del capacitor de marcha.

Recordará que el uso de capacitores de marcha con clasificaciones bajas en mfd quiere decir que el motor solamente tendrá un par de arranque moderado.

El motor con CDP se usa mucho en la industria de REAC y frecuentemente se encuentra en las unidades de acondicionamiento de aire para uso doméstico. Por regla general, es un motor sin defectos. Con muy poco mantenimiento puede funcionar durante periodos largos de tiempo.

El motor con capacitor de arranque y con capacitor de recorrido (CACR)

Este motor combina lo mejor de las características de los motores de los tipos de CDP y CAMI. Recuerde que el motor de CDP posee una eficiencia excelente de marcha, pero un par de arranque solamente moderado. El motor de CAMI tiene un par de arranque alto, pero una eficiencia de marcha más baja que el motor de CDP.

Básicamente, el motor de CACR no es más que un motor de CDP con un relevador de arranque y un capacitor de arranque agregados en el circuito. El relevador se ha instalado porque este tipo de motor se usa princi-

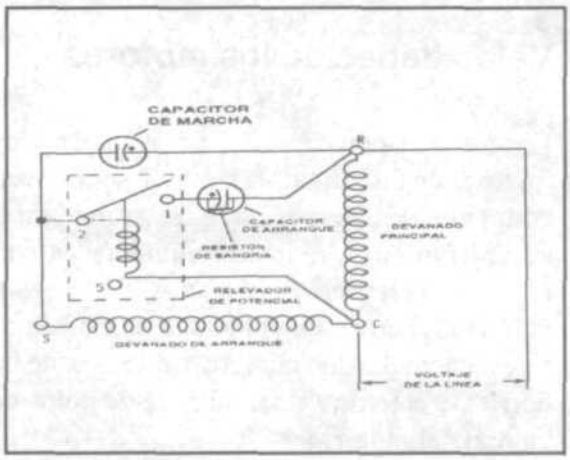


Figura 28-14 Alambrado de motor del tipo CACR.

pálmente con los compresores herméticos o semiherméticos. Si se usara un interruptor centrífugo, no se podría reparar por no ser accesible, mientras que el relevador se puede montar en el exterior de la envolvente hermética para facilitar su reparación.

En la Figura 28-14 se han conectado un capacitor de marcha y un capacitor de arranque a los devanados del motor. Note que el relevador se ha instalado para desconectar el capacitor de arranque del circuito cuando el motor alcanza su velocidad de funcionamiento.

En operación, el motor del tipo de CACR arranca como un motor de CAMI. Cuando el

motor alcanza el 75 por ciento de su velocidad de operación, el relevador desconecta el capacitor de arranque del circuito. Después, el motor funciona de modo idéntico a un motor de CDP. El motor de CACR permite arrancar a un compresor contra la oposición de cargas elevadas y durante aquellos momentos en que no se cuenta con el equilibrio rápido de las presiones del refrigerante.

De todos los motores monofásicos, este es el que posee las mejores características de arranque y marcha. Puede significar una gran ayuda para el compresor. Por supuesto, cuando el compresor está trabajando bien, todo el sistema funciona bien.

Velocidades de los motores

Los motores con capacitor de arranque y los motores de fase dividida también se conocen como motores de inducción. Estas máquinas se utilizan en la industria alimentadas con corriente eléctrica de 25 ciclos, 50 ciclos o 60 ciclos (hertz). *La* velocidad de estos motores depende del número de ciclos de la corriente eléctrica y del número de polos de campo del motor.

La velocidad de un motor se calcula mediante la velocidad sincrónica. Esta velocidad se alcanza cuando la polaridad magnética de los polos de campo cambia a la misma velocidad que la CA. La Figura 28-15 muestra la relación de la velocidad, los ciclos y el número de polos del motor.

Debido al resbalamiento magnético, los motores no trabajan exactamente a la velocidad sincrónica. Esto es especialmente cierto cuando se aplica una carga al motor. Por lo tanto, la mayoría de los motores se clasifican por su velocidad en condiciones de carga normal en lugar de por su velocidad sincrónica. La velocidad sincrónica del motor tiene lugar cuando el rotor se ajusta automáticamente a una velocidad de 60 revoluciones por segundo (rps) o 3,600 revoluciones por minuto (rpm). La velocidad sincrónica se puede calcular mediante la siguiente fórmula matemática:

$$\text{Velocidad sincrónica} = \frac{120 \times \text{frecuencia}}{\text{número de polos}}$$

Por ejemplo, la velocidad sincrónica de un motor de dos polos es:

$$\frac{120 \times 60}{2} = 3{,}600\,\text{rpm}$$

La velocidad sincrónica de un motor de cuatro polos es:

$$\frac{120 \times 60}{4} = 1{,}800\ \text{rpm}$$

En la industria también se usan motores con capacitores para dos velocidades. Estos motores tienen tres devanados separados:

el devanado de arranque

el devanado de marcha a baja velocidad

el devanado de marcha a alta velocidad

Las conexiones para baja velocidad y para alta velocidad se controlan mediante un interruptor externo o un relevador. Cuando el motor trabaja a alta velocidad, actúa como motor de una sola velocidad. Cuando se ajusta para funcionar a baja velocidad, el motor se pone en marcha con los devanados de arranque y de alta velocidad.

Velocidad del motor (RPM)						
Número de polos	60 Hz		50 Hz		25 Hz	
	Sin.	Op.	Sin.	Op.	Sin.	Op.
2	3600	3450	3000	2850	1400	1450
4	1800	1750	1500	1450	750	700

Figura 28-15 Velocidad sincrónica y velocidad de operación para motores de dos y cuatro polos.

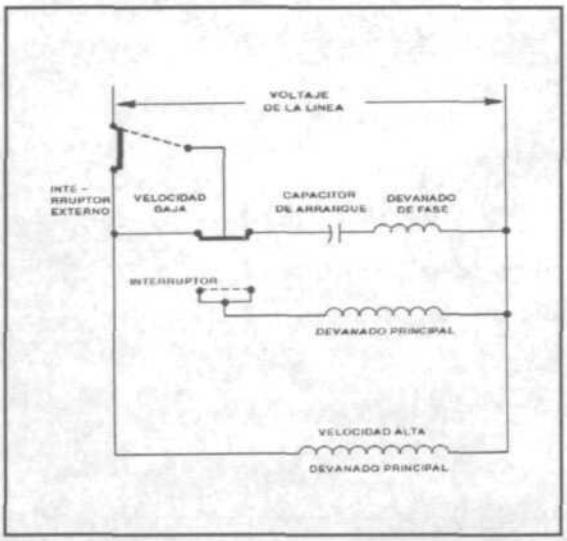


Figura 28-16 Motor de dos velocidades en condición de baja velocidad.

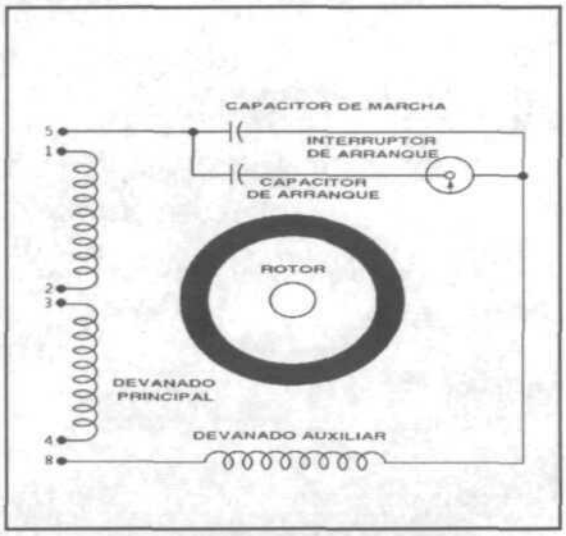


Figura 28-17 Motor del tipo CACR para voltaje doble.

Cuando se completa el ciclo de arranque, el motor cambia al devanado de baja velocidad. La Figura 28-16 ilustra un diagrama que muestra cómo se conectan estos devanados en un motor de dos velocidades.

Los motores de dos velocidades se emplean para los sopladores y otros sistemas en que se debe regular el flujo de aire. Los motores con capacitor se pueden diseñar hasta para cuatro velocidades, si es necesario. En términos generales, se construyen con potencias hasta de diez caballos de fuerza. Se fabrican motores con capacitor más grandes, pero usan dispositivos de conmutación externos.

Los motores con capacitor pueden poseer dos velocidades. También se pueden conectar para dos voltajes. La Figura 28-17 muestra un diagrama para un motor del tipo de CACR conectado para doble voltaje.

En el voltaje más alto, se unen las terminales 2 y 3 para conectar en serie las mitades del devanado principal. El embobinado auxiliar se conecta a las terminales 1 y 2 (medio voltaje). En el voltaje bajo, las terminales 1, 3 y 5 se conectan a la línea, así como las 2, 4 y 8. Se puede invertir la rotación del motor intercambiando las terminales 5 y 8.

No se puede invertir la rotación de los motores con capacitor mientras están funcionando. Se debe detener el motor para que se pueda cerrar el interruptor centrífugo. Esto reintegra el devanado auxiliar y el capacitor al circuito y se puede arrancar nuevamente el motor.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V *si considera verdadera la afirmación, o la letra* F si *la considera falsa.*

1. El motor con capacitor de división permanente o CDP se usa ampliamente en la industria de la refrigeración.	F	V
2. Los motores con CDP utilizan un capacitor de marcha conectado en serie con el devanado de arranque.	F	V
3. El motor con CDP se usa mucho en la industria de refrigeración y aire acondicionado y frecuentemente se encuentra en las unidades de acondicionamiento de aire para uso industrial.	F	V
4. Los motores con capacitor de arranque y los motores de fase dividida también se conocen como motores de inducción.	F	V
5. Los motores con capacitores sólo pueden funcionar a una velocidad.	F	V

Respuestas

1. V 2. V 3. F (Para uso doméstico.) 4. V 5. F (Pueden poseer dos velocidades.)

Motores trifásicos

Ahora que usted es un experto en motores monofásicos, pasemos al motor polifásico. En caso de que no lo conozca, la palabra polifásico significa "muchas fases". En la industria de la REAC, el motor trifásico es el motor polifásico que se usa más ampliamente.

Los tres motores trifásicos diferentes que nos interesan aquí son:

el sincrónico

el de jaula de ardilla

el de rotor devanado

La potencia para los tres motores es el voltaje trifásico que suministra la compañía eléctrica local. La operación de los motores del tipo de jaula de ardilla y de rotor devanado es similar. Ambos usan la inducción (electricidad que pasa por un campo magnético giratorio) para el arranque y la marcha. Usualmente, el motor sincrónico arranca por medio de una corriente directa externa.

En general, el motor trifásico posee los componentes básicos de un motor monofásico. Contiene un rotor, un estator y una armadura. El estator usualmente está laminado, el rotor puede ser del tipo de jaula de ardilla y la armadura es un tipo específico de rotor devanado.

La corriente eléctrica es lo que hace la diferencia entre el motor monofásico y el motor trifásico. En el trifásico, el devanado del estator consta de tres devanados monofásicos. Cada embobinado está conectado de manera que se encuentre a 120 grados del otro. Veamos el diagrama esquemático de un motor trifásico típico en la Figura 28-18. Se puede ver que el voltaje que pasa por los tres devanados debe estar desfasado 120 grados con respecto a los otros embobinados. En otras palabras, si X es el voltaje de referencia, el voltaje Y está 120 grados detrás del voltaje X, el voltaje Z está 120 grados detrás del voltaje Y y 240 grados detrás del voltaje X.

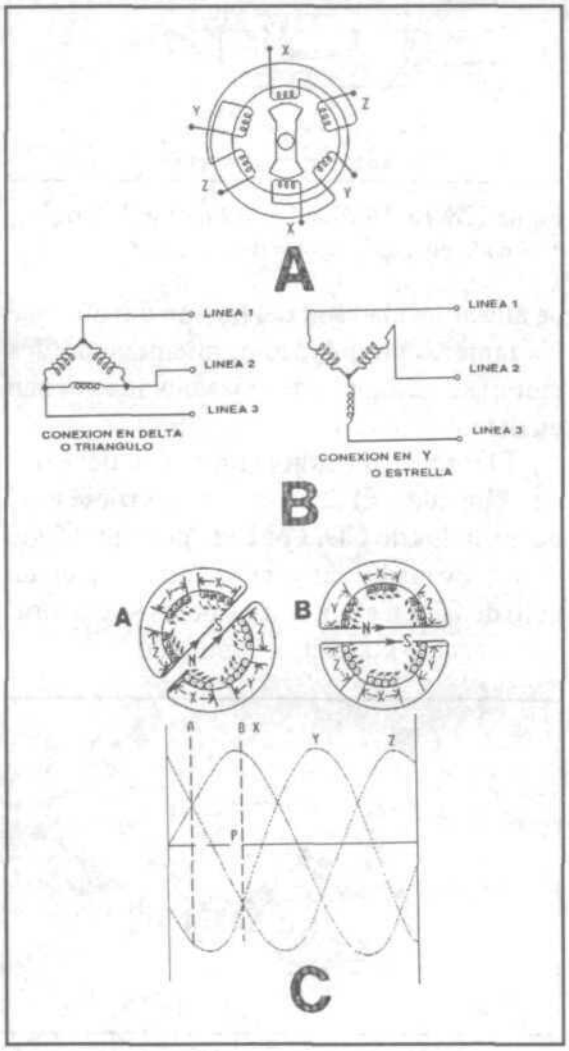


Figura 28-18 Motor trifásico *(A).* Conexión de un motor trifásico a una fuente de energía (B). Campo rotatorio en un motor trifásico (C).

Se usan dos métodos para conectar el estator de un motor trifásico a la corriente trifásica: la conexión en Y o en estrella, y la conexión en delta o triángulo, como se muestra en la Figura 28-18.

Como usted puede ver, solamente salen tres líneas del estator. Esto simplifica las conexiones. Cuando se conecta el estator, se aplica un voltaje de CA a los tres devanados del mismo. Entonces comienza a girar el motor.

Como con el motor monofásico, un motor trifásico puede ser para dos voltajes o para un voltaje. Para un voltaje, el motor posee tres terminales. Para el voltaje doble, el motor posee seis o nueve terminales. Por ejemplo, un motor trifásico para 208-220/440 volts funcionará indistintamente con una corriente trifásica de 208/220 volts o con una corriente trifásica de 440 volts.

Como se muestra en la Figura 28-19 las conexiones de las terminales del motor son diferentes para cada caso.

Recuerde que un motor puede estar devanado en Y (estrella) o en delta. Veamos cómo están dispuestos estos embobinados en el motor. En la Figura 28-20 se ilustra los devanados en Y y en delta para un motor.

Con el motor devanado en Y o en delta, se puede cambiar la dirección de la rotación intercambiando simplemente dos cualesquiera de las líneas de alimentación del motor.

Todos los motores trifásicos comparten estas características generales. Observemos más minuciosamente cada tipo de motor trifásico.

El motor sincrónico

En pocas palabras, un motor sincrónico es el que gira a la misma velocidad que la corriente alterna mediante la cual se le hace funcionar, o a una relación fija de esa velocidad. La velocidad se determina mediante la frecuen-

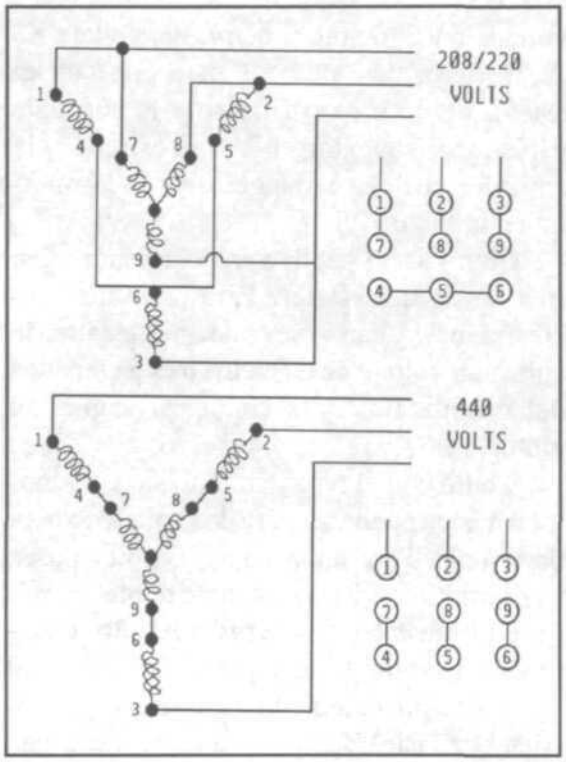


Figura 28-19 Conexiones de las terminales de un motor devanado en Y.

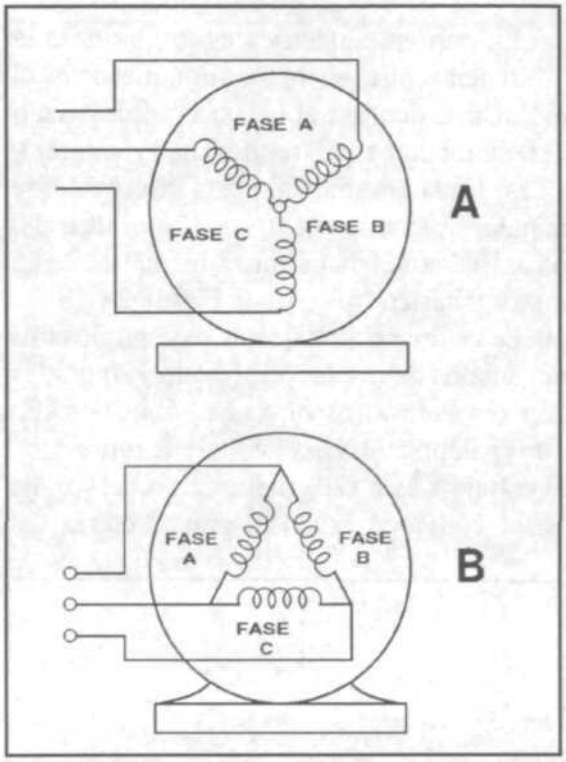


Figura 28-20 Devanados del motor. Motor devanado en Y (A). Motor devanado en delta *(B).*

cia del circuito de alimentación y el número de polos del rotor.

La mayoría de estos motores son del tipo de campo giratorio. La armadura estacionaria está unida al bastidor del estator. Los imanes de campo están montados en una armadura que gira con la flecha. En la Figura 28-21 se ilustra un ejemplo de motor sincrónico típico con un excitador conectado directamente.

Los motores sincrónicos son eficaces y potentes. Su construcción es menos costosa que la de los motores de inducción por el gran tamaño de estos. Pueden manejar un entrehierro grande entre los núcleos del estator y el rotor. Muchos motores sincrónicos también trabajan a bajas velocidades, como por ejemplo a 450 rpm.

Usualmente, el estator de un motor sincrónico posee un gran número de polos, por lo cual tiene una potencia alta en caballos de fuerza.

Normalmente, los motores sincrónicos de alta velocidad son del mismo tamaño que los motores de inducción, mientras que los motores sincrónicos de baja velocidad tienen un diámetro grande.

El rotor de un motor sincrónico tiene dos embobinados. El devanado más visible es el de los polos de CD. Por cada polo enrollado en el devanado del estator, debe haber un polo de CD en el rotor. Los polos se construyen de acero magnético laminado.

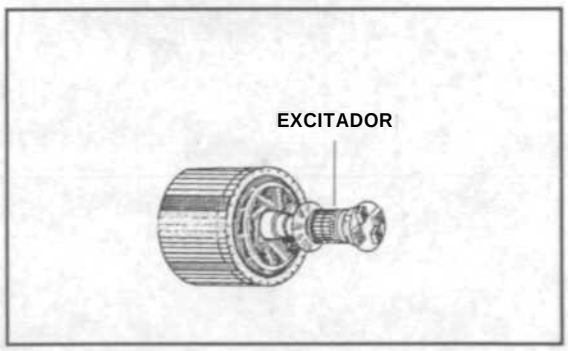


Figura 28-21 Motor sincrónico con excitador.

Las bobinas se conectan para obtener una polaridad magnética alterna. Se conectan dos líneas a los devanados y se llevan hasta los anillos rozantes o hasta un excitador montado en la flecha del rotor.

El segundo devanado recibe el nombre de embobinado amortiguador. Este devanado se usa para arrancar el motor. Está compuesto por conductores (varillas) sin aislamiento instalados en ranuras del borde exterior de los núcleos de los polos.

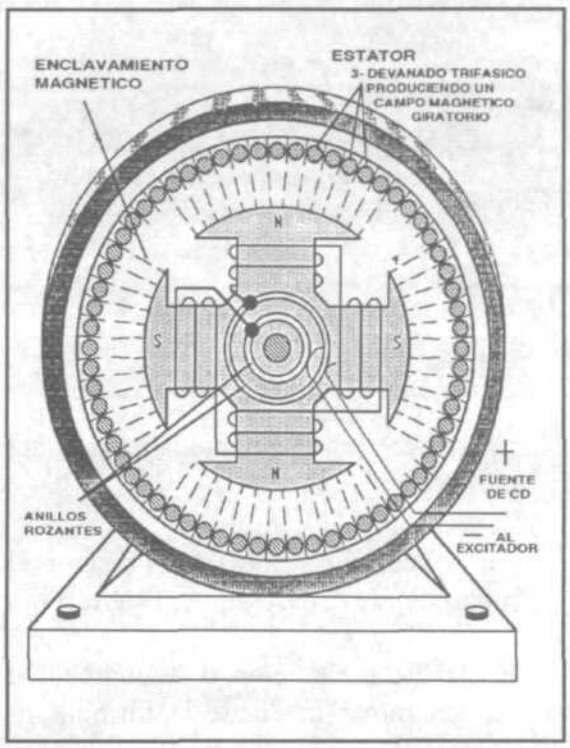


Figura 28-22 Motor sincrónico.

El excitador es la fuente de energía de CD. Como regla general, el excitador es un rectificador de estado sólido instalado en el exterior del motor. De hecho, usualmente se monta en la flecha. La puesta en marcha de un motor sincrónico implica ciertos pasos.

Primero se energiza el estator. Este actúa como un motor de inducción para iniciar el paso de corriente en los devanados amortiguadores. Esto produce un par de arranque y hace girar el motor. Después se aplica una corriente directa al devanado del rotor por medio del excitador. Con esto se desarrollan polos alternos norte y sur.

Los polos norte y sur se enclavan en posición con el campo giratorio de la armadura. El rotor entra en sincronismo. Es decir, gira al paso del campo de la corriente de alimentación.

Ahora, el par de torsión se obtiene por la reacción del campo magnético de CD con el campo giratorio del estator. En este momento, la jaula amortiguadora se desconecta del circuito. No está diseñada para servicio continuo.

El diagrama esquemático de la Figura 28-23 muestra un motor sincrónico típico y su excitador. Note el primer plano de la producción del par de arranque en el devanado amortiguador.

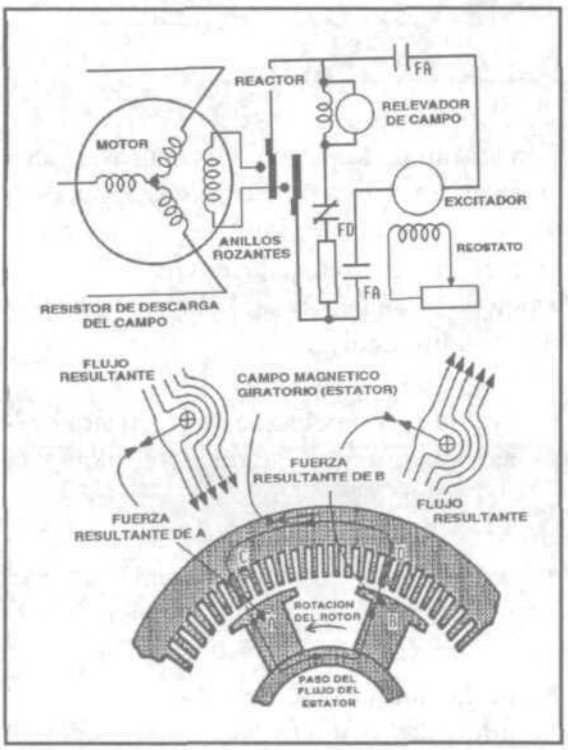


Figura 28-23 Motor sincrónico con excitador y flujo de la corriente en el devanado amortiguador.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. En la industria de refrigeración y aire acondicionado, el motor_____es el motor polifásico que se usa más ampliamente.
2. Se usan dos métodos para conectar el estator de un motor trifásico a la corriente trifásica: la conexión en estrella y la conexión en_____.
3. Un motor_____es el que gira a la misma velocidad que la corriente alterna mediante la cual se le hace funcionar, o a una relación fija de esa velocidad.
4. Usualmente el_____de un motor sincrónico posee un número alto de polos.
5. El número de caballos de fuerza determina el_____máximo que necesita el sistema.

Respuestas

1. trifásico 2. delta 3. sincrónico 4. estator 5. par motor

Par de torsión

Con los motores sincrónicos están asociados varios pares de torsión diferentes. Se necesita un par de torsión específico para operar el motor sincrónico en cada momento, desde el arranque hasta la parada. Estos pares de torsión son los siguientes.

- arranque o superación de la fricción: desarrollado por el motor en el momento del arranque
- aceleración: que se desarrolla entre el reposo y el ajuste en sincronismo
- momento mínimo de torsión: el par mínimo desarrollado en el arranque y el ajuste en sincronismo
- ajuste en sincronismo: desarrollado entre la velocidad de resbalamiento y la sincrónica
- sincrónico: existe durante la marcha del motor
- par crítico: que se desarrolla cuando el motor pierde el paso por una sobrecarga

El par de aceleración o de marcha se puede determinar mediante la fórmula siguiente:

$$P = \frac{5259 \times HP}{\text{velocidad (r/minuto)}}$$

Por lo tanto, el par motor de marcha se determina mediante la potencia en caballos de fuerza y la velocidad de la máquina impulsada. El número de caballos de fuerza determina el par motor máximo que necesita el sistema. El motor debe tener un par de marcha mayor que esta cifra para evitar caer en la velocidad crítica.

Cuando se ha puesto en marcha el motor sincrónico, funcionará con una velocidad del 3 al 5% por debajo de la sincrónica. Cuando se aplica la excitación, el rotor entrará en

sincronismo. La cantidad de par de torsión o de carga con que el motor entrará en sincronismo se denomina, lógicamente, par de torsión de ajuste en sincronismo.

La velocidad de un motor sincrónico se determina mediante la frecuencia de la corriente de alimentación y el número de polos del motor. Por lo tanto, la velocidad de operación es constante para cualquier frecuencia y número de polos. Se ilustra matemáticamente como sigue:

$$\text{r/minuto} = \frac{\text{Frecuencia} \times 120}{\text{Número de polos}}$$

La tabla de la Figura 28-24 enumera las velocidades de los motores sincrónicos. Para ayudarle en su trabajo se ofrecen varias referencias para las velocidades de los motores sincrónicos. Como dijimos antes, una de las características que debe poseer un buen técnico consiste en saber dónde encontrar la información especial.

Encontrará que existen muchas ventajas en el uso de los motores sincrónicos. Proporcionan una operación eficiente a velocidades entre 3,600 y 60 r/minuto. Se pueden montar directamente en la flecha. Su eficiencia a baja velocidad es mayor que con los motores de inducción. La velocidad de los motores sincrónicos es constante, independientemente de las variaciones de la carga.

Pueden elevar el factor de potencia de un sistema. Es decir, un motor sincrónico trabaja con un factor de potencia adelantado de 100%, por lo que la potencia del circuito es igual a la potencia real de salida.

Velocidades de los motores sincrónicos (r/minuto)				
POLOS	60 Hertz	50 Hertz	40 Hertz	25 Hertz
2	3600.0	3000.0	2450.0	1500.0
4	1800.0	1500.0	1200.0	750.0
6	1200.0	1000.0	8800.0	500.0
8	900.0	785.0	600.0	375.0
10	720.0	650.0	480.0	300.0
12	600.0	500.0	400.0	250.0
14	514.2	428.6	343.0	214.3
16	450.0	375.0	300.0	187.5
18	400.0	333.3	266.6	166.6
20	360.0	300.0	240.0	150.0
22	327.2	272.7	218.1	136.3
24	300.0	250.0	200.0	125.0
26	277.0	230.8	184.5	115.4
28	257.1	214.3	171.5	107.1
30	240.0	200.0	160.0	100.0
32	225.0	187.5	150.0	93.7
34	212.0	176.5	141.1	88.2
36	200.0	166.6	133.3	83.3
38	189.5	157.9	126.3	78.9
40	180.0	150.0	120.0	75.0
42	171.5	142.8	114.2	71.4
44	163.5	136.3	109.0	
46	156.6	130.5	104.3	
48	150.0	125.0	100.0	
50	144.0	120.0	96.0	
52	138.5	115.4	92.3	
54	133.3	111.1	88.9	
56	128.6	107.2	85.7	
58	124.1	103.5	82.8	
60	120.0	100.0	80.0	
62	116.1	96.8	77.4	
64	112.5	93.7	75.0	
66	109.0	90.8	72.7	
68	105.9	88.2	70.6	
70	102.8	85.7		
72	100.0	83.3		
74	97.3	81.0		
76	94.7	78.9		
78	92.3	76.9		
80	90.0	75.0		
82	87.8	73.2		
84	85.7	71.4		
86	83.7			
88	81.8			
90	80.0			

Figura 28-24 Un buen material de referencia es importante para trabajar con los motores.

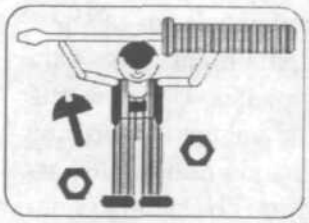
Resumen

Los motores son máquinas giratorias que transforman la energía eléctrica en energía mecánica. Los motores son el corazón de los sistemas de REAC. Después de estudiar las lecciones de este curso que tratan de motores, estos son los puntos que usted debe conocer mejor. Los motores deben recibir mantenimiento, repararse y cambiarse. Para hacer esto, un técnico en REAC debe saber todo lo relacionado con los motores.

Si antes de comenzar este curso de REAC usted no estaba familiarizado con la construcción de los motores, ahora ya lo está. Ha aprendido mucho sobre ellos en estas últimas lecciones. En esta lección hemos visto cómo y por qué se clasifican los motores. Describimos los tipos de motores con capacitor y los tipos de motores trifásicos.

En esta etapa del curso, ha adquirido una información valiosa acerca de los tipos de motores con los que probablemente tendrá que trabajar en el desempeño de sus labores. Esta información será una buena base para sus habilidades profesionales. Usted se está preparando para entrar en un campo que crece cada día más. Cuando domine los aspectos del cómo y por qué de esta maquinaria, crecerá junto con este campo tan interesante.

Recuerde que todo sistema solamente es tan bueno como el motor que lo impulsa. Cuando emplee sus buenos conocimientos para conservar un sistema de manera eficiente y económica para sus clientes, se justificará la confianza de éstos en usted como técnico en REAC. Lo mejor de todo es que tendrá la satisfacción de estar haciendo un buen trabajo. Todos sabemos qué tan importante es sentir el orgullo del trabajo. Esto es lo que nos hace estar listos, deseosos y dispuestos al levantarnos en las mañanas. Por lo tanto, siga haciendo bien su trabajo. ¡Que su meta sea acercarse cada vez más a convertir en realidad sus propósitos!



Tareas Prácticas

Identificación (cálculo) de la velocidad sincrónica de un motor

Materiales que usted necesitará

- Un motor eléctrico de inducción con placa de datos
- Papel y lápiz

Información previa

Las velocidades que se obtienen con los motores sincrónicos y de inducción se hallan totalmente regidas por la frecuencia de la alimentación y la cantidad de polos del devanado del motor. Los motores sincrónicos funcionarán exactamente a la velocidad del sincronismo, pero los de inducción lo harán con un 2 ó 3% de mayor lentitud debido al retroceso.

La velocidad sincrónica se puede calcular mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Velocidad sincrónica} = \frac{120 \times \text{frecuencia}}{\text{número de polos}}$$

Lo que usted deberá hacer

Aplicar de manera práctica la fórmula de la velocidad sincrónica de un motor eléctrico

Procedimiento

1. Localice un motor eléctrico de inducción de corriente alterna que conserve su placa de datos.
2. De la placa de datos del motor obtenga los valores siguientes:
   - frecuencia (50 ó 60 ciclos)
   - número de polos del motor
3. Ahora aplique usted la fórmula indicada más atrás para calcular la velocidad sincrónica.
4. A continuación compare el resultado obtenido gracias a la fórmula con la velocidad del motor que aparece en la placa de datos del mismo.
5. De ser posible, repita el procedimiento con otros motores.

Conclusiones

El cálculo de la velocidad sincrónica nos confirma la potencia de los motores sincrónicos y su gran eficacia.

-y después, ¿qué sigue?

¿Qué es un motor del tipo de jaula de ardilla? ¿Qué pasaría si el rotor de este tipo de motores coincidiera con el campo del estator? ¿Qué es el resbalamiento del motor? ¿Cómo se calcula matemáticamente? ¿Cómo se clasifican los motores de jaula de ardilla? ¿Qué es un motor con rotor devanado y en qué se diferencia del de jaula de ardilla? ¿Cómo se da mantenimiento a estos motores?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. Un motor eléctrico consta de **imanes, una armadura (bobinas móviles) y un**
a. condensador.
b. rectificador.
c. compensador.
d. conmutador.

2. Un contacto insuficiente **hará que el motor tenga un par de torsión de arranque**
a. fuerte.
b. débil.
c. normal,
d. adecuado.

3. Los motores de fase dividida y con capacitor son motores
a. trifásicos.
b. polifásicos.
c. monofásicos.
d. cuatrifásicos.

4. Las unidades de refrigeración con el motor en el exterior de la envolvente del compresor se conocen como motores para transmisión
a. abierta.
b. cerrada.
c. hermética.
d. mixta.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES

Calificación

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L428

5. Un relevador común que se usa en los motores del tipo CAMI es el relevador
   a. de marcha.
   b. de corriente.
   c. de arranque.
   d. de voltaje.

6. El capacitor de marcha de un motor eléctrico permanece en el circuito durante
   a. todo el tiempo que esté parado.
   b. el tiempo de arranque.
   c. el periodo de pre-marcha.
   d. todo el ciclo de funcionamiento.

7. Los motores con capacitor de arranque y los motores de fase dividida también se conocen como motores
   a. de corriente alterna.
   b. de inversión.
   c. de inducción.
   d. de corriente directa.

8. Los motores de dos velocidades se emplean para
   a. los sopladores.
   b. los compresores.
   c. los condensadores.
   d. los evaporadores.

9. No se puede invertir la rotación de los motores con capacitor mientras están
   a. fuera de servicio.
   b. funcionando.
   c. en mantenimiento.
   d. desarmados.

10. El par motor de marcha se determina mediante la potencia en caballos de fuerza y
   a. la intensidad.
   b. la corriente.
   c. la potencia eléctrica.
   d. la velocidad de la máquina impulsada.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

La primera batalla

El triunfo en la vida es una serie de batallas de las cuales debemos salir victoriosos; sin embargo, la más importante —y la más difícil de ganar—es la que hay que librar con nosotros mismos.

Una vez que hayamos dominado nuestras flaquezas, dedicando nuestra mente al fin que buscamos, y poniendo nuestras energías en acción a fin de terminar lo principiado, a costa de trabajo, habremos ganado la más grande de las batallas; el resto será fácil.

Ralph Hemphill

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. El motor de jaula de ardilla....3
3. El motor de rotor devanado....7
4. Mantenimiento....11
5. Localización de averías....12
6. Resumen....16
7. Tareas prácticas....17
8. Examen..,....19

Más motores trifásicos

L429 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

El motor de jaula de ardilla, 3
Resbalamiento del motor, 5

El motor de rotor devanado, 7

Mantenimiento, 11

Localización de averías, 12
Prueba, 12

Resumen, 16

Tareas prácticas:
Identificación de un motor eléctrico con rotor de jaula de ardilla, 17

Examen, 19

Introducción

Los técnicos de servicio algunas veces tienen que seleccionar los motores adecuados para un sistema de refrigeración y aire acondicionado. Para escoger un motor confiable y económico que impulse un sistema se necesita una verdadera habilidad. Esta es una de las cosas que usted está adquiriendo en este curso. Cuando seleccione un motor para su sistema deberá considerar tres factores.

Primero: el motor debe ser confiable. Si el motor se usa en un sistema de refrigeración, este sistema puede estar protegiendo productos cuyo valor equivale muchas veces al costo del sistema propiamente dicho. Su motor debe ser confiable.

Segundo: el motor debe ser económico. Durante la vida del sistema, se deben considerar los costos de operación y reparación, así como el costo inicial de la instalación.

Tercero: el diseño del motor debe ser lo más sencillo posible. Si el diseño de un motor es básicamente simple, su operación, mantenimiento y reparación usualmente serán simples.

Finalmente, un buen técnico sabe que si un motor se conserva limpio y seco, funcionará durante un largo tiempo con muy poca atención. Esto hará que sus clientes se muestren satisfechos con su trabajo.

Definiciones y descripciones

La lista siguiente de definiciones, aunque no sea larga, es importante. Estudíela con atención y consúltela cuantas veces le resulte necesario.

ANILLOS COLECTORES *(collector ring).* Son anillos conductores colocados en el eje del rotor de una máquina de CA. Conducen la corriente al exterior por medio de escobillas.

ANILLOS ROZANTES *(slip rings).* Anillos conductores montados en un árbol que llevan a cabo la comunicación eléctrica, mediante escobillas, entre un conductor giratorio y uno fijo.

ESTATOR *(stator).* Este dispositivo es la parte inmóvil o no giratoria del motor. A veces se le llama "campo" y contiene los devanados primarios del motor.

ESCOBILLA *(brush).* La escobilla es un trozo de carbón o grafito, que constituye una de las partes internas del motor. Se desliza sobre las delgas o anillos del colector y es la conexión eléctrica del rotor.

MOTOR DE INDUCCIÓN CON ROTOR DEVANADO *(wound rotor induction motor).* Es similar al motor de jaula de ardilla. Sin embargo, en lugar de estar conectados en derivación, los devanados están aislados y la corriente se recoge a través de escobillas de carbón.

ROTOR. La parte giratoria o que da vueltas, en un motor eléctrico, se llama rotor. Su nombre es igual en inglés.

ROTOR DE JAULA DE ARDILLA *(squirrel cage rotor).* También conocido como rotor de barras, consiste en dos discos conectados entre sí por su circunferencia exterior, mediante barras de cobre. Esto crea un circuito derivado.

El motor de jaula de ardilla

Por fortuna, las ardillas no construyen realmente sus casas en este tipo de motor trifásico. Simplemente sucede que el rotor se parece a la rueda de una jaula de ardilla, que es de donde este motor ha tomado el nombre. Se usa ampliamente por su sencillez mecánica y su robustez.

El motor del tipo de jaula de ardilla consta principalmente de dos partes: el estator y el rotor. El estator es un núcleo laminado con ranuras. Las bobinas aisladas se instalan en estas ranuras. Estas bobinas forman una superficie polar y producen un campo magnético giratorio. El campo magnético se produce al conectarse a una corriente alterna trifásica.

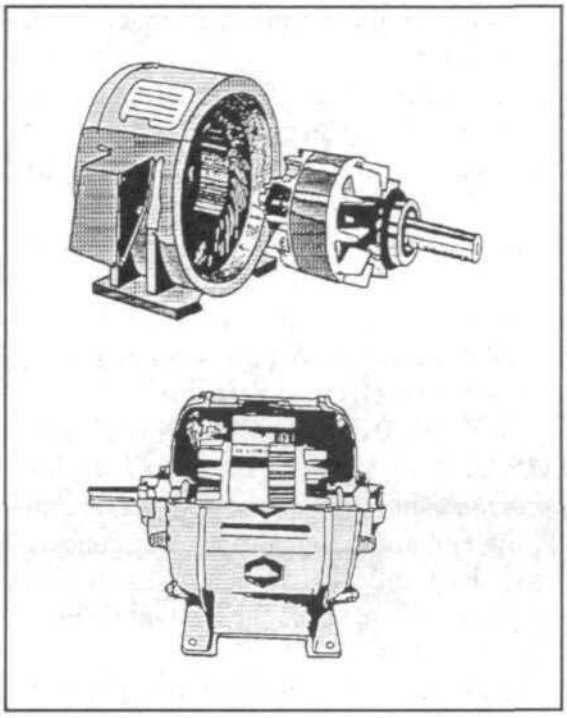


Figura 29-1. Motor de jaula de ardilla.

El rotor también es de acero laminado. Los devanados del rotor son barras conductoras paralelas a la flecha y próximas a la superficie del rotor. Se conectan a los extremos del rotor mediante anillos de cobre o latón. Estos se conocen como anillos de los extremos. Las uniones entre las barras y los anillos de los extremos están soldadas para formar una unidad. En cada extremo del rotor se monta un ventilador. En los motores pequeños de jaula de ardilla, todas estas partes son de aluminio fundido en una pieza, en lugar de ser una unidad soldada.

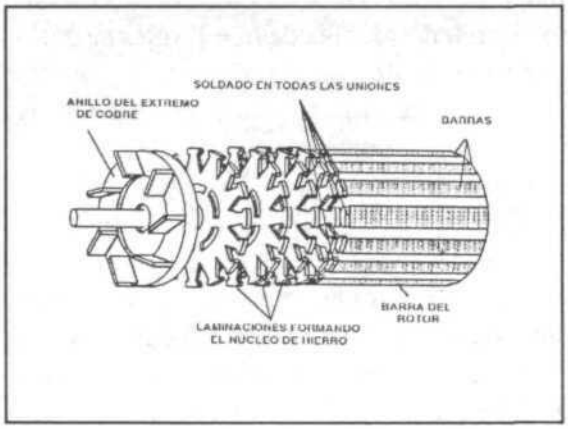


Figura 29-2. Rotor de jaula de ardilla.

Las corrientes del estator inducen un campo magnético giratorio. El campo se produce por el aumento y disminución de las corrientes que circulan por el devanado. Al girar el campo se establecen los voltajes. Por lo tanto, el campo magnético producido por el embobinado del estator se mueve hacia atrás y hacia delante a través del entrehierro y hacia el rotor.

Cuando las barras del rotor cortan el campo magnético se desarrolla un voltaje entre ellas. Como forman parte de un circuito cerrado, se inicia la circulación de una corriente en las mismas. A su vez, la corriente del rotor produce su propio campo magnético. Este campo actúa con el campo magnético del estator, que es un campo giratorio. Entonces, ¿qué sucede? Bien, el estator se enclava magnéticamente con el rotor, por lo cual arrastra consigo al rotor.

Como el rotor puede girar en sus cojinetes, comienza a hacerlo exactamente detrás del campo magnético del estator. El rotor siempre va detrás del campo magnético del estator. Si el rotor coincidiera con el campo del estator, los conductores del rotor quedarían fijos con respecto al campo giratorio.

Por lo tanto, no se induciría voltaje en la jaula de ardilla. Si no existe voltaje en ésta, no habrá corriente ni polos magnéticos. Si no existen polos magnéticos, no hay atracción entre el estator y el rotor. Este último quedaría quieto.

Como puede ver, el rotor debe girar un poco más lentamente que el campo rotatorio del estator. El número mínimo de bobinas en el estator es tres veces mayor que el número de polos. Consulte la Figura 29-3.

La velocidad de un motor de jaula de ardilla se determina mediante dos condiciones: la frecuencia y el número de polos. Con carga normal es casi constante. Estas son algunas de las velocidades comunes a una frecuencia de 60 Hz:

Número de polos	R/minuto
2	3,600
4	1,800
6	1,200
8	900
10	720
12	600

Resbalamiento del motor

Usted puede ver que el número de polos siempre es par. Al aumentar el número de polos, se reduce la velocidad. Una característica de los motores del tipo de jaula de ardilla es una condición que se conoce como resbalamiento del motor. Esta es la diferencia entre su velocidad sincrónica y su velocidad de operación.

En otras palabras, cuando el motor está funcionando "sin carga", trabaja casi a la velocidad sincrónica. El motor funciona más lentamente cuando lo hace sometido a una carga baja. Esto se conoce como resbalamiento del motor.

El resbalamiento del motor se expresa como un porcentaje. Usualmente éste es ligero - del uno al cuatro por ciento de la velocidad sincrónica. Matemáticamente, el resbalamiento del motor se puede determinar con la fórmula siguiente:

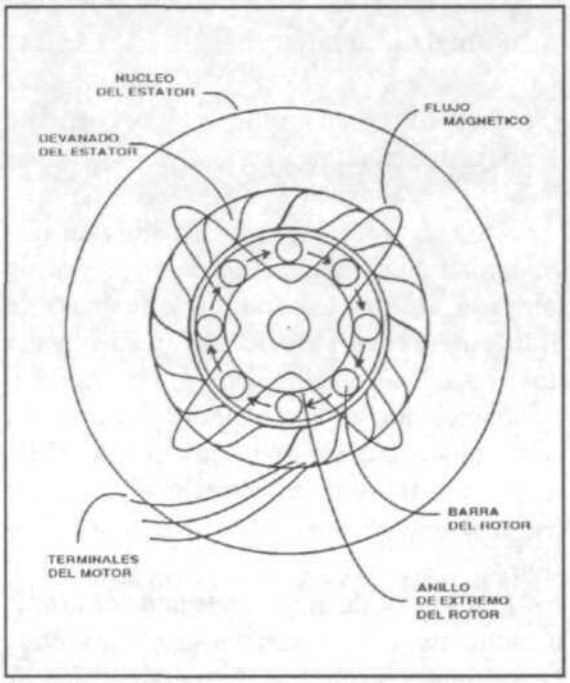


Figura 29-3. Rotación en un motor de jaula de ardilla.

$$\text{Resbalamiento (porcentaje)} = \frac{100 \times \text{velocidad sincrónica} - \text{velocidad de operación}}{\text{velocidad sincrónica}}$$

Por ejemplo, un motor típico de jaula de ardilla de resbalamiento bajo, con cuatro *polos* y una velocidad sincrónica de 1,800 r/minuto, se debe clasificar en 1,750 r/minuto a plena carga. Los motores de bajo resbalamiento no deben exceder del cinco por ciento.

El voltaje afecta el resbalamiento. Al disminuir el voltaje, aumenta el resbalamiento. Cuando éste aumenta, la eficiencia y el factor de potencia se reducen y aumenta el calentamiento del rotor.

Los motores de jaula de ardilla poseen un par de torsión de arranque de valor entre bajo y medio. Se han clasificado adicionalmente por la ANFME usando sus características de par de torsión:

- Clase A: par normal, corriente de arranque normal
- Clase B: par normal, corriente baja de arranque

- Clase C: par alto, corriente baja de arranque
- Clase D: resbalamiento alto
- Clase E: par de arranque bajo, corriente normal de arranque
- Clase F: par de arranque bajo, corriente baja de arranque

Algunas veces se necesita más de una velocidad en la aplicación de un motor de jaula de ardilla. Los motores de jaula de ardilla de varias velocidades pueden tener dos, tres o cuatro velocidades diferentes. Para obtener más de una velocidad, el estator se devana con dos o más embobinados diferentes. Los polos de estos devanados pueden cambiarse modificando las conexiones exteriores.

Estos tipos de motores de jaula de ardilla usualmente se clasifican por su relación entre la potencia en caballos de fuerza, el par de torsión y la velocidad. En otras palabras, como caballos de fuerza = par de torsión x velocidad / 5,252, entonces, tanto la potencia como el par de torsión disminuirán con la reducción de la velocidad.

Estos motores se utilizan en los ventiladores y sopladores que dependen de velocidades variables. Para una baja velocidad, las terminales de la línea se conectan a A, B y C, mientras que a, b y c están abiertas. Los devanados están conectados en serie. En el estator se produce el número máximo de polos magnéticos. Para la velocidad alta, las terminales de la línea se conectan a a, b y c, mientras que A, B y C se conectan entre sí. Entonces, los devanados están en paralelo. Esto produce un número más bajo de polos magnéticos.

Por lo tanto, se puede ver que al conectar las bobinas en serie o en paralelo, es posible diseñar motores de jaula de ardilla con par de torsión variable, par instantáneo o potencia constante. La velocidad se puede cambiar manualmente por medio de un interruptor siempre que los cambios de velocidad no se hagan con demasiada frecuencia. Si el cambio de velocidad es frecuente, entonces, generalmente se utiliza un interruptor operado con un motor. En la mayoría de los casos, este interruptor se conecta al arrancador del motor.

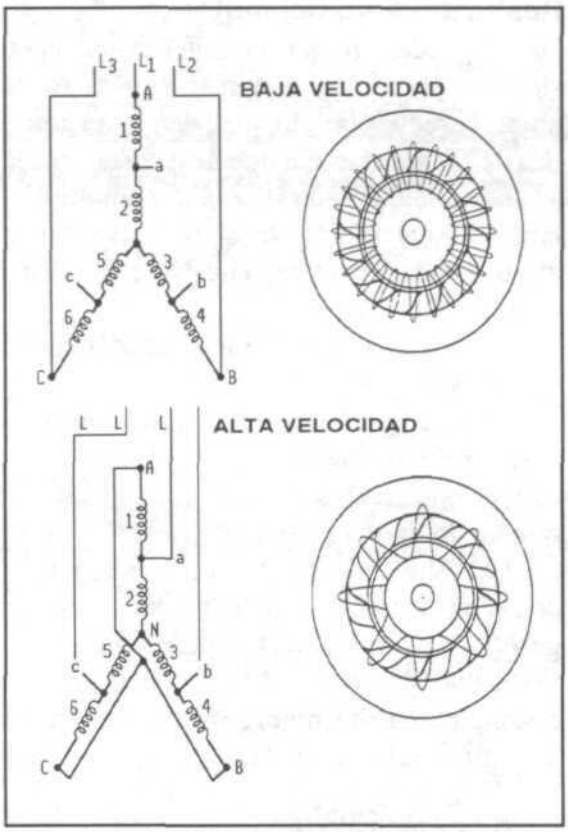


Figura 29-4. Alambrado de un motor de jaula de ardilla para baja y alta velocidad.

El motor de jaula de ardilla es de construcción simple y se usa ampliamente cuando se necesita un par de arranque medio y bajo. A menudo, los técnicos en REAC tienen que trabajar con este motor. Asegúrese de adquirir un conocimiento sólido de cómo y porqué trabaja.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V si considera verdadera la afirmación, o la letra F *si la considera falsa.*

1. El motor del tipo de jaula de ardilla consta principalmente de dos partes: el estator y el rotor.	F	V
2. La velocidad de un motor de jaula de ardilla se determina mediante dos condiciones: la frecuencia y el número de polos.	F	V
3. El resbalamiento de un motor de jaula de ardilla es la diferencia entre la velocidad de arranque y la velocidad de operación.	F	V
4. Los motores de jaula de ardilla poseen un par de torsión de arranque de valor entre bajo y medio.	F	V
5. Los motores de jaula de ardilla de varias velocidades operan a una sola velocidad.	F	V

Respuestas

1. V 2. V 3. F (Entre la velocidad sincrónica y la velocidad de operación). 4. V 5. F (Pueden tener dos, tres o cuatro velocidades diferentes.)

El motor de rotor devanado

Este es el último de los tres tipos de motores trifásicos que debe conocer. Si tuviera que comparar los estatores, encontraría que los de los motores de jaula de ardilla y de rotor devanado son idénticos. La diferencia estriba en el diseño del rotor y el devanado de éste, como se muestra en la Figura 29-5.

El devanado está formado por bobinas aisladas de alambre que no se unen como en el rotor de jaula de ardilla. Por el contrario, se conectan para formar una superficie polar definida. Esta superficie polar tiene el mismo número de polos que el estator. Los extremos de estos devanados de rotor se llevan hasta los anillos del colector o los anillos rozantes. Después se conecta una resistencia externa al circuito del rotor. Esta resistencia, como se muestra en la Figura 29-6, generalmente es ajustable, por lo que se puede cambiar la velocidad del motor.

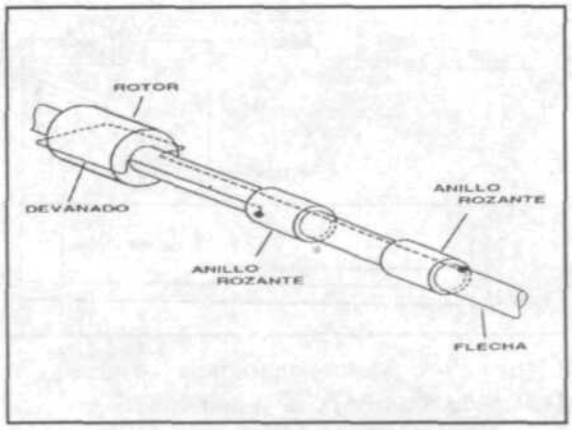


Figura 29-5. Motor con rotor devanado.

Puede ver que agregando una resistencia alta en el arranque, es posible obtener un motor con un alto par de arranque con baja corriente de arranque. La resistencia se desconecta lentamente del circuito a medida que el motor alcanza la velocidad de marcha. Esta es una ventaja cuando se ponen en marcha cargas pesadas en sistemas de fuerza con capacidad limitada.

Otra ventaja de este diseño es que las pérdidas por calor se liberan fuera del motor.

Al cambiar el valor de la resistencia del circuito del rotor, el motor

varía el par de arranque y la corriente

experimenta una aceleración suave

varía la velocidad de operación

La Figura 29-6 es un ejemplo de un circuito típico de motor con rotor devanado. Esta figura muestra cómo están conectados los resistores (reóstato de arranque) al motor.

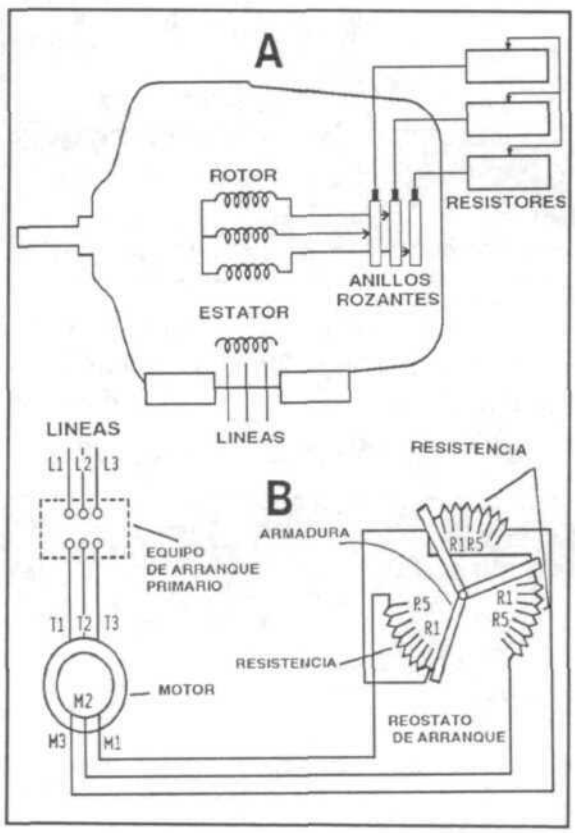


Figura 29-6. Motor con rotor devanado. Devanado rotórico de un motor con rotor devanado (A). Circuito de un motor con rotor devanado con reóstato de arranque *(B).*

La pérdida de potencia por aumento de la resistencia es una desventaja de este motor. El aumento de la resistencia produce resbalamiento y pérdida de potencia. Aunque el calor que representa la pérdida de potencia se libera donde no causa daños al motor, sigue siendo un desperdicio de energía.

Para recuperar esta pérdida de potencia, un diseño ingenioso agrega un motor de CD a la flecha del rotor devanado. Esta disposición recibe el nombre de transmisión de dos máquinas. Las pérdidas de potencia se recuperan rectificándolas en CD y alimentándolas en el motor de CD. La velocidad se ajusta entonces a través del campo de CD, como se muestra en la Figura 29-7.

El arranque se lleva a cabo con los resistores en el circuito del rotor. Usualmente, el par de arranque tiene un valor de entre el 100 y el 300 % del par de torsión a plena carga. Con la máquina funcionando, los resistores están en cortocircuito, por lo que se desconectan del circuito.

Como los motores con rotor devanado pueden arrancar con cargas pesadas, se usan para:

- impulsar maquinaria que exige suficiente par de arranque para vencer la fricción
- acelerar cargas pesadas que poseen un efecto de volante

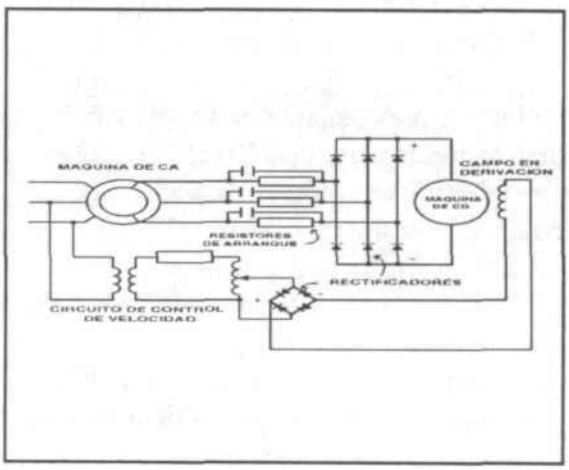


Figura 29-7. El sistema de transmisión con dos máquinas está diseñado para recuperar la pérdida de potencia.

- vencer las contrapresiones establecidas por los fluidos y los gases en los compresores

Los motores con rotor devanado pueden funcionar a cualquier velocidad, desde plena carga hasta casi el reposo. La velocidad "sin carga" siempre será la velocidad sincrónica. Sin embargo, la reducción de velocidad a menos de la mitad no se recomienda, debido a la deficiente regulación de la velocidad en ese punto.

Los resistores externos de este motor hacen muy suave el arranque. Una carga pesada se puede poner en marcha lentamente, sin tironeos. Se puede acelerar suavemente hasta llegar a plena velocidad. El motor de rotor devanado también necesita una corriente baja para el arranque. Puede desarrollar un par de arranque de 150% del par a plena carga con una corriente de arranque de 150% de la corriente a plena carga.

Compare estas cifras con los motores de jaula de ardilla, algunos de los cuales exigen una corriente de arranque del 600% de la corriente a plena carga para desarrollar **el** mismo par de arranque.

Por lo tanto, usted puede ver que las tres clases de motores trifásicos llenan una necesidad en la industria. Estos motores pueden hacer más fácil su trabajo, especialmente si sabe cómo aprovechar completamente su versatilidad. Ahora que los ha estudiado, podrá seleccionar el más adecuado para la tarea.

Cuando seleccione un motor, considere primero lo que desea que haga. Deberá decidir si necesita uno de CA o de CD. Tendrá que tomar en cuenta el valor del par de torsión que necesita para la aplicación. También, tendrá que decidir cuál es la velocidad que requiere para el motor.

Compruebe el tamaño y el espacio que tomará el motor. Después, revise su lista de

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falla para completar las siguientes afirmaciones.

1. La diferencia que existe entre el motor de jaula de ardilla y de rotor devanado consiste en el diseño del_____.
2. En un motor de rotor devanado, usualmente el par de arranque tiene un valor de entre el _____y el_____% del par de torsión a plena carga.
3. En un motor con rotor devanado la velocidad_____siempre será la velocidad sincrónica.
4. Al seleccionar un motor se deberá decidir si necesita____o CD.
5. Para seleccionar un motor se debe comprobar el_____y el espacio que tomará el motor.

Respuestas

1. rotor 2. 100 a 300% 3. sin carga 4. C.A. 5. tamaño

MOTORES POLIFÁSICOS				
Regulación de velocidad	Control de velocidad	Par de arranque	Par de falla	Aplicaciones
Jaula de ardilla de uso general				
Caídas de un 3% para tamaños grandes a un 5% para tamaños pequeños.	Frecuencia ajustable. voltaje ajustable, velocidades múltiples (2 a 4 velocidades constantes).	100% para 200 hp. 300% para una unidad monofásica de 4 polos.	200% de la carga total.	Servicio de velocidad constante si el par de arranque no es excesivo. Ventiladores, sopladores, compresores rotatorios y bombas centrífugas.
Jaula de ardilla con par de torsión alto				
Caídas de un 3% para tamaños grandes, a un 6% para tamaños pequeños.	Frecuencia ajustable, voltaje ajustable, velocidades múltiples (2 a 4 velocidades constantes).	250% de la carga total para velocidad alta a 200% para los diseños de velocidad baja.	200% de la carga total.	Velocidad constante si no se necesita con frecuencia un par de arranquerelativamente alto con corriente de arranque de un 550% de la carga plena. Bombas y compresores alternativos, trituradores.
Jaula de ardilla con alto resbalamiento				
Caídas de un 10 a un 15% desde la condición sin carga hasta plena carga.	Frecuencia ajustable, voltaje ajustable, velocidades múltiples (2 a 4 velocidades constantes).	225% a 300% de la carga total, dependiendo de la velocidad con la resistencia del rotor.	Con 200% usualmente no se producirá la velocidad crítica hasta que se cargue con el par de torsión máximo, lo cual tiene lugar en el reposo.	Velocidad constante y par de arranque alto, si el arranque no es demasiado frecuente, y para cargas con puntos máximos altos con o sin volantes. Troqueladoras, cizallas, elevadores.
Rotor devanado				
Con los anillos del rotor en cortocircuito, caídas alrededor del 3% para tamaños grandes y 5% para tamaños pequeños.	Velocidad se puede reducir hasta 50% mediante la resistencia del rotor. La velocidad varía inversamentea la carga.	Hasta 300%, dependiendo de la resistencia externa del circuito del rotor y de sudistribución.	300% cuando los anillos rozantes del rotorestan en cortocircuito.	Cuando se necesita un par de arranque alto con corriente baja de arranque o control de velocidad limitado. Ventiladores, bombas centrífugas y de émbolo, compresores, transportadores, elevadores, grúas.

Figura 29-8. Características de los motores y requisitos de carga.

Sincrónico				
Constante	Ninguno	De 40% para velocidad lenta al 160% para velocidad media, con un factor de potencia de 80%; especiales para valores más altos.	Motores con factor de potencia unitario, 170%; motores con factores de potencia de 80%, 225%. Especiales para valores más altos.	Para servicio de velocidad constante, conexión directa a máquinas de velocidad lenta y cuando se necesita corregir el factor de potencia.
MOTORES MONOFÁSICOS				
Fase dividida				
Caídas de un 10% desde la condición sin carga hasta plena carga.	Ninguno	De 75% para tamaños grandes a 175% para tamaños pequeños.	De 150% para (amaños grandes a 200% para tamaños pequeños.	Servicio de velocidad constante cuando arranca con facilidad. Ventiladores pequeños, bombas centrífugas y máquinas de funcionamiento ligero, cuando no existe corriente polifásica.
Capacitor				
Caídas de un 5% para tamaños grandes a un 10% para tamaños pequeños.	Ninguno	De 150% a 350% de la carga total dependiendo del tipo y el tamaño.	De 150% para tamaños grandes a 200% para tamaños pequeños.	Servicio de velocidad constante para cualquier grado de arranque y operación silenciosa, cuando no se puede usar corriente polifásica.

Figura 29-8. Características de los motores y requisitos de carga (continuación).

motores y decida cuál será el mejor para el trabajo. La Figura 29-8 muestra las características básicas de los motores que se acaban de describir. Le será muy útil tener esta información en forma de tabla.

Mantenimiento

Ahora que conoce las diferentes clases de motores eléctricos, necesita conocer cómo mantener en funcionamiento dichos motores.

Aunque los motores eléctricos son duraderos y necesitan poco servicio, un cuidado adecuado los conservará en condiciones óptimas de trabajo.

Existen nueve reglas básicas para el cuidado de los motores:

1 Suministre el voltaje correcto.
2 Proporcione una protección térmica contra sobrecargas.
3 No sobrecargue nunca un motor.
4 Si se usan bandas, asegúrese de que posean la tensión correcta y estén bien alineadas.
5 Lubríquese apropiadamente.
6 Limpíese cuando sea necesario.
7 Dé mantenimiento al conmutador y a las escobillas.
8 Verifique el desgaste de los cojinetes.
9 Evite la vibración excesiva.

Cuando un motor no recibe suficiente voltaje, se sobrecalienta. A menudo, o el circuito está sobrecargado o el alambrado para el motor es demasiado pequeño. Esto producirá una caída de voltaje.

En general, los motores no pueden admitir una caída de voltaje superior al diez por ciento. Sólo se necesitan cinco minutos para que un motor sobrecalentado quede permanentemente dañado. Tenga esto en cuenta. Es una buena idea proporcionar algún tipo de protección térmica a un motor. Una protección integrada contra sobrecargas o un fusible es todo lo que se necesita para desconectar un motor del circuito en caso de sobrecarga.

La lubricación del motor es importante. Demasiado lubricante es tan malo como demasiado poco. El exceso de aceite atrae el polvo, penetra en los devanados y arruina el aislamiento. Usualmente, los motores traen recomendaciones del fabricante con respecto a la cantidad de aceite que se debe usar. Por lo tanto, asegúrese de lubricar el motor con la frecuencia que se indique.

Con su rotación constante, las partes vitales de un motor están sujetas al desgaste. Revise los cojinetes y los conmutadores. Los cojinetes desgastados pueden causar fallas en el motor. Cuando se usen escobillas, compruebe su desgaste. Mantenga limpias las escobillas y los conmutadores, y cambie las escobillas desgastadas cuando sea necesario.

Localización de averías

Por más cuidado que se ponga en tratar bien y en darle apropiado mantenimiento a un motor, de cuando en cuando surgirán problemas. Alguien tiene que determinar en qué consiste el desperfecto y cómo remediarlo. Ese alguien tiene que ser un experto en el arte de la localización de averías.

Otro término para designar la localización de avenas es el diagnóstico. La tabla de la Figura 29-9 enumera las líneas generales de orientación para diagnosticar un problema en un motor cuando deja de arrancar un compresor.

Prueba

La localización de una avería en un motor no es un problema difícil para un técnico experimentado en refrigeración y aire acondicionado. Por lo menos, no después de que se haya familiarizado con los circuitos que hacen funcionar los motores. Una vez que conozca el circuito, puede proceder paso por paso para resolver el problema.

Durante este proceso de localización de averías, recuerde que un buen técnico siempre tiene en mente la seguridad. Antes de que comience a trabajar en cualquier sistema, asegúrese de desconectarlo de la alimentación de energía eléctrica. Tome sus precauciones cuando trabaje con electricidad, y no searrepentirá.

Otro paso en un proceso seguro de localización de averías consiste en descargar los capacitores antes de trabajar en ellos. De su lección sobre los capacitores recordará que estos dispositivos pueden retener una carga de alto voltaje en sus placas mucho tiempo después de que se haya desconectado la alimentación eléctrica. Por lo tanto, descargúelos tocando cada terminal con una resistencia de 20,000 ohms.

Una vez desconectada la alimentación eléctrica y descargados los capacitores, localice las terminales del motor. Usualmente están marcadas. Si no es así, localícelas con un ohmetro.

Para encontrar la terminal común (C), las de arranque (S) y de marcha (R), anote las ubicaciones de las terminales desconocidas en una hoja de papel. Use el ohmetro para encontrar la resistencia entre cada par de terminales y anote estos valores en su dibujo.

Después de marcar los valores en ohms, decida cuál es cada una de las terminales. La resistencia más alta se encontrará entre las terminales de arranque y marcha. La resistencia media estará entre las terminales de

Síntomas	Causa probable	Acción recomendada
1. La prueba del circuito eléctrico no indica corriente en el lado de la línea o del arrancador del motor.	1. Falta de energía	1. Revisar en busca de fusibles fundidos o líneas rotas.
2. La prueba del circuito eléctrico no indica corriente en el lado de la línea del arrancador del motor.	2. Interruptor desconectador abierto	2. Determinar por qué se ha abierto el interruptor. Si todo está bien, cerrar el interruptor.
3. La prueba del circuito eléctrico indica corriente en el lado de la línea, pero no en el lado del motor de los fusibles.	3. Fusible fundido	3. Cambiar el fusible. Comprobar la carga del motor.
4. El probador de circuitos eléctricos se ilumina, pero no a plena brillantez.	4. Voltaje bajo	4. Comprobar con un voltímetro; después consultar a la compañía eléctrica.
5. Voltaje completo en las terminales del motor, pero el motor no funciona.	5. Motor quemado	5. Reparar o cambiar
6. Prueba para buscar bobina de retención quemada o contactos rotos. Diagnosticar problemas en el motor.	6. Arrancador del motor defectuoso	6. Reparar o cambiar
7. La bobina de retención del arrancador del motor no está energizada.	7. Circuito de control abierto a. Control de presión doble b. Control de falta de aceite c. Sobrecarga térmica del arrancador del motor d.Tcrmostato no ajustado para enfriar e. Circuito abierto de los relevadores de "interconexión"	7. Localizar el control abierto y determinar la causa. Consulte las instrucciones del control individual.
8. El motor trabaja, pero el compresor no.	8. Acoplamiento roto o barrido	8. Reparar o cambiar. Alinear correctamente.
9. El compresor no trabaja.	9. Compresor congelado debido a un mecanismo enclavado o dañado	9. Reparar el compresor.
10. Contactos abiertos en el interruptor de presión baja. Ajuste del interruptor más abajo que la presión de succión.	10. Presión de succión menor que el ajuste del interruptor de corte de presión baja	10. Revisar en busca de pérdidas de refrigerante. Reparar la fuga y rellenar con refrigerante.
1 1. Contactos abiertos en el interruptor de presión alta Presión de descarga mayor que el ajuste del interruptor.	1 1. Presión de descarga mayor que el ajuste del interruptor desconectador de presión alta.	1 1. Comprobar el agua de enfriamiento del condensador, condensador defectuoso o sistema sobrecalentado.
12. El sistema arranca nuevamente al restablecer el interruptor de control de falta de presión de aceite.	12. El interruptor de control de falta de presión de aceite está desconectado.	12. Buscar algún componente defectuoso en el nivel del aceite, la presión del aceite, el alambrado y el control.

Figura 29-9. Diagnóstico de la averías de los motores.

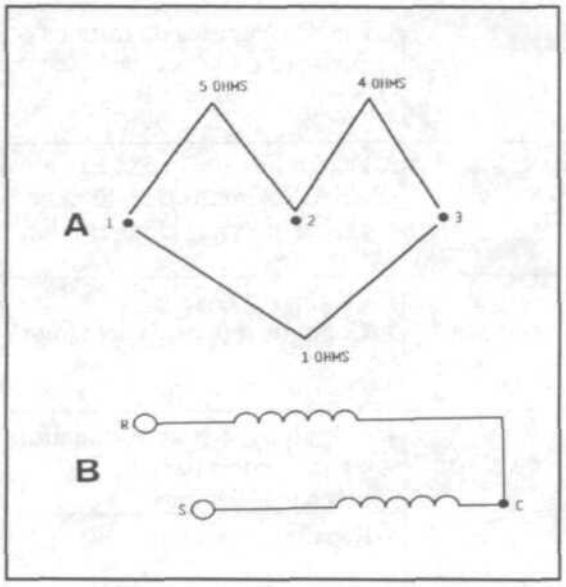


Figura 29-10. Localización de las terminales. Medición de la resistencia entre las terminales de un motor *(A).* Alambrado de las terminales de un motor *(B).*

arranque y común. La resistencia más baja se hallará entre las terminales de marcha y común.

En la parte (A) de la Figura 29-10 la resistencia más alta está entre las terminales 1 y 2; la resistencia media entre 2 y 3, y la menor resistencia entre 1 y 3. Por lo tanto, la terminal común es la marcada con el número 3; la terminal de arranque corresponde al número 2 y la terminal de marcha al 1. La suma de las resistencias entre la terminal común y la de arranque, y entre la común y la de marcha, debe ser igual a la resistencia entre las terminales de marcha y de arranque. Por lo tanto, usted debe saber que su diagrama de embobinado debe ser igual al que se ilustra en la parte (B).

Una vez que haya determinado cuáles son las terminales, compruebe el motor propiamente dicho en busca de devanados conectados a tierra o embobinados abiertos o en cortocircuito. Compruebe los devanados con su ohmetro. Ajuste su instrumento al valor más alto, R 10,000, para comprobar devanados a tierra. Ajuste el ohmetro en cero y conecte una punta a la armazón del motor y la otra a cada terminal, una por una.

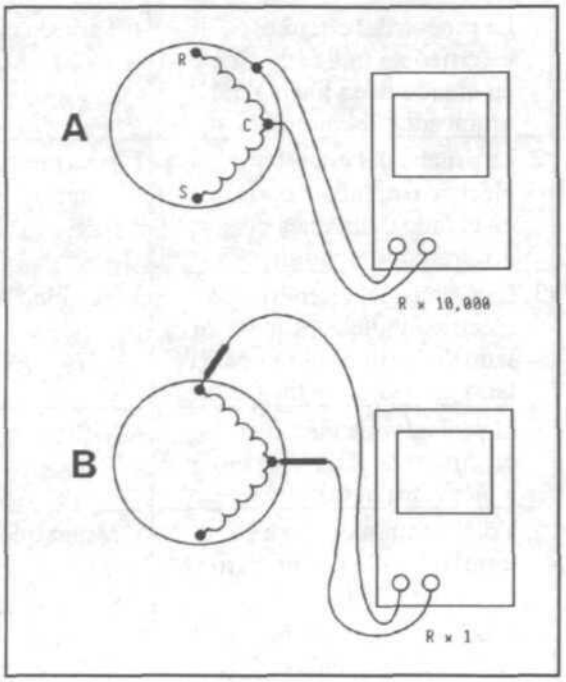


Figura 29-11. Comprobación de devanados conectados a tierra y de devanados abiertos o en cortocircuito.

Si los devanados están correctos, debe haber una lectura de por lo menos un millón de ohms en un motor hermético. En motores con una potencia superior a un caballo de fuerza, las lecturas deben ser de por lo menos l,OOO ohms/V.

Si el devanado se ha separado, entonces usted tendrá un devanado abierto. Obtendrá una lectura infinita en su ohmetro. Si el embobinado está en cortocircuito, entonces el aislamiento se ha destruido y su ohmetro indicará una resistencia menor que la normal.

Use la escala R x 1 de su ohmetro para hacer esta prueba. Ajuste el instrumento en cero y conecte una punta a una de las terminales. Después toque cada una de las otras terminales con la otra punta, una por una. Asegúrese de hacer una buena conexión limpiando las terminales antes de comenzar. Cualquier lectura diferente de las especificaciones del fabricante indica un devanado del motor en mal estado.

Si los embobinados están en buenas condiciones, entonces compruebe las otras par-

MOTOR			CALIBRE DEL ALAMBRE								
Caballos de fuerza	Volts	Amperes	14	12	10	8	6	4	2	1/0	2/0
1/4	115	5.8	55	90	140	225	360	575	900	1,500	1,800
1/3	115	7.2	45	75	115	180	300	450	725	1,200	1,500
1/2	115	9.8	35	55	85	140	220	350	550	850	1,100
3/4	115	13.8	25	40	60	100	150	250	400	600	800
1	115	16.0	*	35	50	85	130	200	325	525	650
1 1/2	115	20.0	*	25	40	65	100	170	275	425	550
2	115	24.0	*	*	35	55	85	140	225	350	450
3	115	34.0	*	*	•	40	60	90	160	250	325
1/4	230	2.9	220	360	560	900	1,450	2,300	3,600	*	*
1/3	230	3.6	180	300	460	720	1,200	1,600	2,900	*	*
1 2	230	4.9	140	220	340	260	875	1,400	2,200	*	*
3/4	230	6.9	100	160	240	400	600	1,000	1,600	2,400	*
1	230	8.0	85	140	200	340	525	800	1,300	2,100	*
1 1/2	230	10.0	70	110	160	280	400	675	1,100	1,700	2,200
2	230	12.0	60	90	140	230	350	550	900	1,400	1,800
3	230	17.0	*	65	100	160	250	400	650	1,000	1,300
5	230	28.0	*	*	60	100	160	250	400	650	800
71/2	230	40.0	*	*	*	70	110	175	275	450	550
10	230	50.0	*	*	*	*	90	140	225	350	450

Figura 29-12. Calibres de alambre para motores.

tes del motor y del sistema. Si la avería consiste en un capacitor defectuoso, cambíelo. Usted conoció todo lo necesario para cambiar un capacitor en una lección anterior.

Si el capacitor está funcionando, compruebe cada parte del sistema, paso a paso, hasta que encuentre el problema. Algunas veces, la dificultad es que el alambre es demasiado pequeño. Todos los alambres del circuito de un motor deben ser lo suficientemente grandes para conducir la corriente de arranque. Por las caídas de voltaje, también considere la longitud del circuito cuando esté determinando una avería.

El Código Nacional Eléctrico de los Estados Unidos de América (CNE) exige que los alambres posean una capacidad en amperes por lo menos igual al 125% de la clasificación en amperes indicada en la placa del motor. En otras palabras, multiplique la clasificación en amperes del motor que se señala en la placa de nombre por 1.25. Use un alambre con una capacidad en amperes por lo menos igual a esa cifra. Compare el resultado con la tabla de la Figura 29-12.

Además de probar los motores y sus circuitos, compruebe los dispositivos de protección, tales como los fusibles, los cortacircuitos y los relevadores. Cada motor debe contar con un medio para desconectarlo del circuito. En una lección anterior se describieron estos dispositivos protectores.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Efecto que se presenta cuando un motor no recibe suficiente voltaje. _____
2. Efecto que se produce cuando existe exceso de aceite en un motor abierto. _____
3. Dispositivo de medición para encontrar la resistencia entre cada par de terminales de un motor eléctrico. _____
4. Lectura que marca el ohmetro cuando está abierto el devanado de un motor eléctrico. _____
5. Capacidad en amperes que el Código Nacional Eléctrico de los EEUU exige para los alambres de un motor. _____

a. ruptura del aislamiento
b. ohmetro
c. 125% de la corriente indicada en la placa del motor
d. sobrecalentamiento
e. infinito

Respuestas

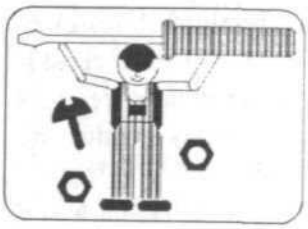
1. d 2. a 3. b 4. e 5. c

Resumen

Cuando termine con esta lección, tendrá usted un conocimiento muy completo de los motores trifásicos, cuyo estudio inició en la lección anterior con el motor sincrónico. Aquí ha examinado usted otros dos motores de la misma familia, el motor de jaula de ardilla y el motor con rotor devanado. Sabrá que el primero de ellos debe su extraño nombre a la semejanza que tiene su rotor con la rueda de una jaula de ardilla. Una de las características de este tipo de motores eléctricos es el llamado resbalamiento, que es la diferencia entre su velocidad sincrónica y su velocidad de operación. La primera sólo se alcanza cuando el motor está funcionando sin carga; cuando está sometido a una carga, aunque sea baja, el motor funciona más despacio. Se utilizan estos motores en los sopladores y ventiladores que necesitan varias velocidades, pues esta variedad de velocidades es otra característica de este tipo de motor.

El motor de rotor devanado se distingue del anterior en el diseño y devanado del rotor. El primero tiene la gran ventaja de que las pérdidas por calor se liberan fuera del motor. En cuanto a las bobinas, no se unen como ocurre en el rotor de jaula de ardilla, sino que se mantienen aisladas. Este tipo de motor es bueno para arrancar con cargas pesadas.

Ahora ya conoce usted cómo dar adecuado mantenimiento a todos estos motores. En esta misma lección también aprendió a fondo la técnica de localizar y reparar todas sus averías.



Tareas Prácticas

Identificación de un motor eléctrico con rotor de jaula de ardilla

Materiales que usted necesitará

- Un motor eléctrico con rotor de jaula de ardilla desarmado
- Papel y lápiz

Información previa

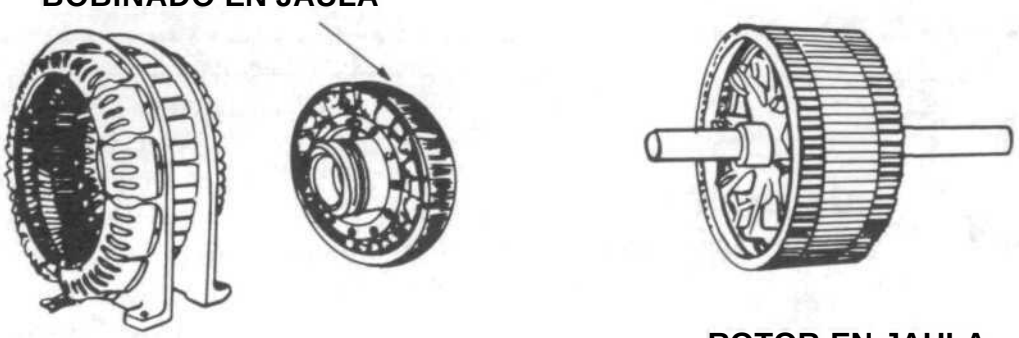
El motor de inducción es el más comúnmente empleado en corriente alterna, debido a su sencillez y a su sólida construcción y bajo costo de mantenimiento. Estas características del motor de inducción se deben a! hecho de que el rotor es independiente y no está conectado con la fuente externa de tensión. El motor de inducción se llama así por el hecho de que el campo magnético giratorio del estator induce corrientes alternas en el circuito del rotor.

La construcción del estator del motor de inducción y del motor sincrónico es casi idéntica, pero sus rotores son completamente diferentes. El rotor de inducción consta de un cilindro laminado con ranuras en su superficie.

Los bobinados que están en esas ranuras pueden ser de dos tipos. El más común es el llamado "bobinado en jaula de ardilla". Este bobinado consiste en pesadas barras de cobre o aluminio conectadas entre sí, en cada uno de los extremos, por un anillo de cobre o bronce. No hace falta aislamiento entre el núcleo y las barras debido a los voltajes sumamente bajos que se generan en las barras del rotor. El entrehierro entre el rotor y el estator es muy pequeño para obtener la máxima fuerza de campo.

Lo **que usted deberá hacer**

Verificará la forma de construcción de un



rotor de jaula de ardilla propio de un motor de inducción.

Procedimiento

1. Primeramente localizará usted un taller eléctrico que se encuentre cerca de su casa.
2. Platicará con el dueño o encargado del taller, para pedirle que le deje ver un rotor de jaula de ardilla de inducción que haya desarmado.
3. Una vez que el responsable haya aceptado, usted observará cuidadosamente el rotor de jaula de ardilla que le muestren y lo comparará con la ilustración que se incluye en esta tarea práctica.
4. Ahora tratará de preguntar al técnico electricista qué problemas más frecuentes se le presentan en este tipo de motores eléctricos. Le mencionará que usted está estudiando para técnico de servicio en refrigeración y aire acondicionado, y que durante su próxima labor profesional, seguramente, tendrá que acudir a su taller para que éste le haga los trabajos de reparación de motores eléctricos que a usted se le presenten. Hágale sentir que usted es un cliente en potencia de su taller.

Conclusiones

Ahora ha conocido usted físicamente un motor de inducción con rotor de jaula de ardilla. Con éstos tendrá contacto permanente en su trabajo profesional. Por otro lado, usted está formando su catálogo de proveedores.

...y después, ¿qué sigue?

¿Qué es un diagrama de alambrado? ¿Qué objeto tiene el diagrama de línea? ¿Cuál es el símbolo del motor eléctrico? ¿Qué es un solenoide? ¿Con qué símbolo se le representa? ¿Cuál es el símbolo que representa el interruptor relevador? ¿Con qué signo se identifica el contactor? ¿Cómo se identifica un interruptor de presión? ¿Cómo se representa el protector magnético de sobrecarga?

Examen

INSTRUCCIONES: Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso. Escoja una sola respuesta para cada pregunta. Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.

1. En el motor de tipo jaula de ardilla, el estator es un núcleo laminado con
   a. estrías.
   b. devanados.
   c. ranuras.
   d. polos.

2. La velocidad de un motor de jaula de ardilla se determina mediante dos condiciones: la frecuencia y el
   a. número de polos.
   b. voltaje.
   c. amperaje.
   d. wattaje.

3. En un motor del tipo jaula de ardilla, al aumentar el número de polos se reduce
   a. el voltaje.
   b. la intensidad.
   c. el amperaje.
   d. la velocidad.

4. La velocidad de un motor de jaula de ardilla se puede cambiar manualmente por medio de un
   a. capacitor.
   b. interruptor.
   c. relevador.
   d. condensador.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES

Calificación

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L429

5. En un motor con rotor devanado, el aumento de resistencia produce resbalamiento y

a. caída de tensión.
b. aumento de temperatura.
c. incremento de corriente.
d. pérdida de potencia.

6. En un motor con rotor devanado, los resistores externos hacen muy suave

a. el arranque.
b. la operación.
c. el reposo.
d. el mantenimiento.

7. Usualmente los motores no pueden admitir una caída de voltaje mayor del

a. 0.1%
b. 100%
c. 10%
d. 1.0%

8. Otro término para designar la localización de averías es

a. el mantenimiento.
b. el diagnóstico.
c. la conservación.
d. la reparación.

9. En un motor la resistencia más alta se encontrará

a. entre las terminales de arranque y marcha.
b. en el rotor.
c. en el estator.
d. en el campo.

10. Para hacer un diagnóstico en un motor eléctrico, además de probar los circuitos se deberán probar los dispositivos de protección, tales como los fusibles, los cortacircuitos y los

a. capacitores.
b. resistores.
c. inductores.
d. relevadores

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

SISTEMAS DE
Refrigeración
Y AIRE
ACONDICIONADO

CONTENIDO

Introducción 3

1. Definiciones y descripciones 3
2. Tipos de diagramas de alambrado 4
3. Símbolos de los dispositivos eléctricos de carga 5
4. Símbolos de interruptores eléctricos de operación mecánica 12
5. El circuito eléctrico práctico 18
6. Resumen 21
7. Tareas prácticas 21
8. Examen .., ... 23

Símbolos y diagramas eléctricos
(Primera parte)

L430 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Tipos de diagramas de alambrado, 4
- El diagrama de alambrado de instalación, 4
- El diagrama de línea o de rótulos, 5
- El diagrama esquemático de alambrado, 5

Símbolos de los dispositivos eléctricos de carga, 5
- El motor eléctrico, 7
- Solenoides, 7
- Relevadores, 8
- Otros interruptores eléctricos, 9
- Relevadores e interruptores, 9
- Contactor, **10**
- Arrancador, **10**
- Calefactor de resistencia, **10**
- Luces indicadoras, **11**

Símbolos de interruptores eléctricos de operación mecánica, **12**
- Interruptor de presión y termostato, **12**
- Interruptores manuales, 13
- Interruptores de sobrecarga y seguridad, **14**
- Transformador, **17**
- Capacitores, **18**

El circuito eléctrico práctico, **18**

Resumen, 21

Tareas prácticas:
- Identificación de los diferentes elementos de una instalación a través de la simbología conocida, 21

Examen, 23

Introducción

Como técnicos de servicio en refrigeración y aire acondicionado generalmente no tendremos la necesidad de hacer instalaciones eléctricas para conectar los sistemas en los cuales vayamos a trabajar. Este será trabajo de los técnicos electricistas. Sin embargo, es muy necesario que conozcamos los diagramas que describen estas instalaciones, porque de alguna manera nos ayudarán a saber como están conectados los diferentes elementos que conforman un sistema y de esta forma mejorarán nuestro trabajo de servicio.

En esta lección haremos un estudio de lo que son los diagramas de alambrado de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado, y analizaremos los símbolos que intervienen en estos diagramas y que tienen mayor utilización en nuestra industria. Su comprensión y conocimiento nos hará mejores técnicos, ya que al contar con mayor información técnica dispondremos de mejores instrumentos para la adecuada realización de nuestro trabajo.

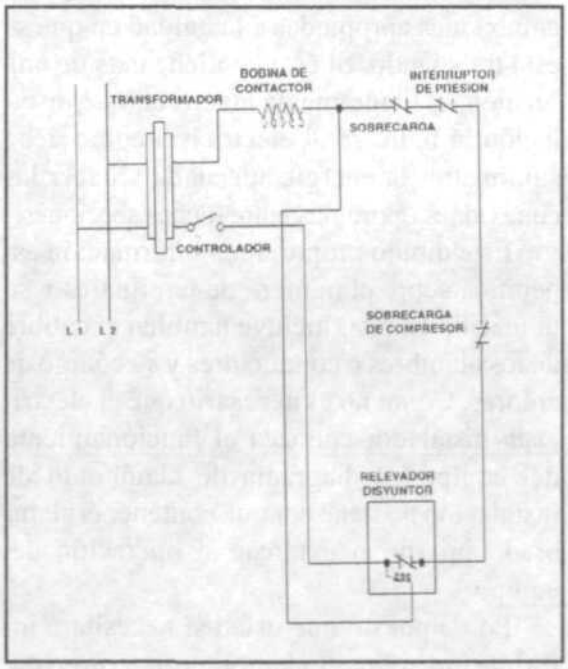


Fig. 30-1. Un diagrama de alambrado nos relata una historia completa mediante símbolos y líneas.

Como cada una de las lecciones del curso, ésta también contiene información muy importante para usted. Por lo cual, le recomendamos que cada tema lo lea cuidadosamente y, si alguna cosa no le queda bien clara, no dude en leer el concepto cuantas veces sea necesario.

Definiciones y descripciones

Antes de seguir, dejemos bien firmes algunas bases definiendo los términos que vamos a emplear en la lección. Ya debe estar usted familiarizado con algunos de ellos, pero nada perderemos con hacer un pequeño repaso.

BIMETÁLICO *(bimetallic).* En un dispositivo bimetálico, dos metales diferentes se sujetan unidos entre sí. Cada uno de ellos responde en forma distinta a los cambios de temperatura. Estas diferentes respuestas hacen que el dispositivo se mueva o se deforme.

CIRCUITO *(circuit).* El circuito es un camino para los electrones que describe una vuelta o ruta completa por la que los electrones pueden fluir.

COMPRESOR *(compressor).* El compresor es una bomba que impulsa vapor (refrigerante o aire) desde un nivel de presión hasta otro nivel de mayor presión.

CONDUCTOR. El conductor es una sustancia que permite el flujo de la energía eléctrica. El nombre inglés es igual.

CONTROL. El control es un dispositivo que inicia o detiene el flujo de electricidad. El nombre inglés es el mismo.

FUSIBLE *(fusé).* Es un dispositivo de seguridad que se emplea en los circuitos eléctricos para proteger al conductor y a los componentes del circuito.

INTERRUPTOR DE PRESIÓN *(pressure switch).* Es un interruptor accionado por un cambio de presión.

PAR BIMETÁLICO *(bimetallic strip).* Se trata de dos tiras de metales diferentes que se sujetan una contra la otra.

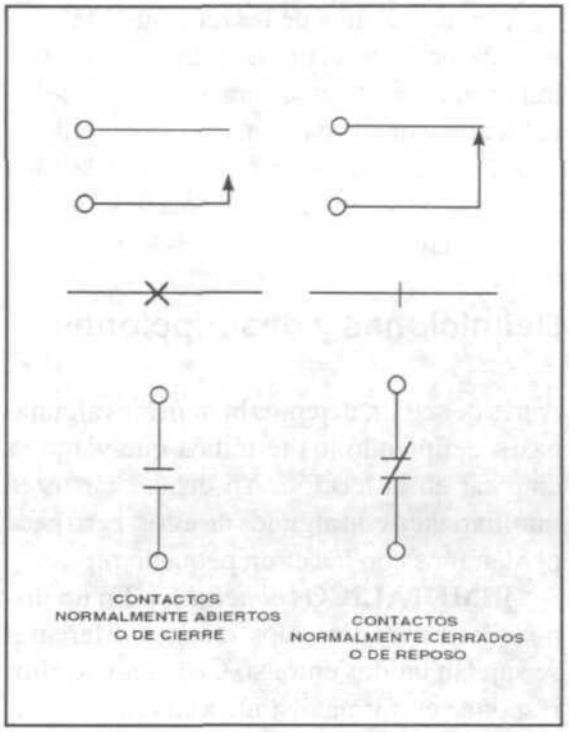


Fig. 30-2. Un relevador de corriente se dispara por un cambio de flujo de la comente.

PROTECCIÓN DE SOBRECARGAS *(overloadprotection).* Es un sistema o dispositivo que apaga el sistema si se presenta una corriente excesiva.

RELEVADOR DE CORRIENTE *(relay).* El relevador de corriente es un dispositivo eléctrico que es disparado por un cambio en el flujo de la corriente.

TERMOSTATO *(thermostat).* Es un dispositivo que controla un aparato en funcionamiento, en respuesta a un cambio de temperatura.

TRANSFORMADOR(transformer). Bobina de alambre, devanada alrededor de un núcleo de hierro, que induce una corriente a otra bobina de alambre devanada alrededor del mismo núcleo.

Tipos de diagramas de alambrado

La industria de refrigeración y aire acondicionado no podría funcionar sin los diagramas de alambrado eléctrico. Desde el momento que se concibe la idea de una unidad hasta su diseño, fabricación, instalación y operación, el diagrama de alambrado es una verdadera necesidad. A causa de sus múltiples aplicaciones, el diagrama de alambrado se usa en muchas formas diferentes. No es posible analizar en esta lección el gran número de tipos de diagramas de alambrado que se emplean. Por lo tanto, aquí sólo vamos a explicar el básico. Este es el diagrama de alambrado más útil y versátil en la práctica.

Hay tres tipos de diagramas de alambrado con los que normalmente tropezamos en el campo de la refrigeración y el aire acondicionado. Estos tipos son los siguientes:

El diagrama de alambrado de instalación

El diagrama de alambrado de línea

El diagrama esquemático de alambrado

El diagrama de alambrado de instalación

El diagrama de alambrado de instalación se diseña específicamente para ayudar al electricista a suministrar la energía eléctrica y las conexiones apropiadas a la unidad en que se está trabajando. Si ésta contiene más de una sección, el diagrama de alambrado de instalación le indicará al electricista cómo debe suministrar la energía adecuada y hacer las conexiones oportunas entre dichas secciones.

Este dibujo proporciona información específica sobre el número de terminales y su ubicación exacta. Incluye también el calibre de los alambres o conductores y su código de colores. Como no es necesario que el electricista instalador conozca el funcionamiento del equipo, el diagrama de alambrado de instalación no tiene por qué contener el alambrado interno o explicar la operación del equipo.

Por supuesto que usted sí necesitará información sobre el alambrado interno para, como técnico en REAC, darle servicio a la unidad. Sin embargo, al eliminar en este

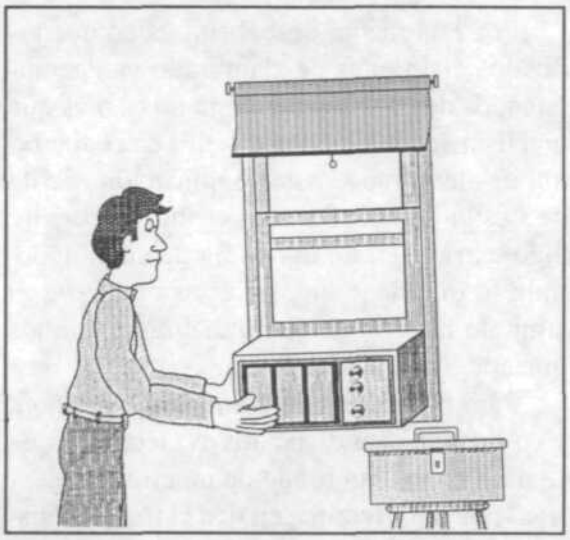


Fig. 30-3. Para instalar simplemente un equipo, no es preciso saber los detalles de su funcionamiento.

diagrama todo el alambrado interno de la unidad, dicho diagrama se vuelve fácil de leer y entender. Cumple bien su propósito para el electricista que efectúa la instalación. También es útil para el técnico de servicio de aire acondicionado y refrigeración, como fuente de información sobre los componentes externos de la unidad y el alambrado de interconexión.

El diagrama de línea o de rótulos

El propósito del diagrama de línea es mostrar el alambrado interno de la unidad. En él se señala la posición de los componentes eléctricos y el camino que sigue el alambrado que va de uno a otro componente. Este diagrama puede usarse para localizar alambres o componentes específicos durante el trabajo de servicio. En él no se indica el propósito de tales componentes. Sin embargo, permite que el técnico de servicio coloque las líneas de prueba en cualquier alambre o componente que necesite examinar. El diagrama de línea es valioso para que el técnico de servicio sepa con exactitud dónde debe hacer las lecturas de prueba.

El diagrama esquemático de alambrado

Aun cuando el diagrama de línea es útil para el técnico de servicio, el diagrama de alambrado que tiene más interés es el esquemático de alambrado. Este le indica al técnico cómo y por qué funciona la unidad como lo hace.

Símbolos de los dispositivos eléctricos de carga

Antes de comenzar el estudio de los diagramas de alambrado, repasemos brevemente el uso de la electricidad en refrigeración y aire acondicionado, a un nivel muy básico. En todos los sistemas de refrigeración mecánica, debe contarse con algún tipo de fuerza motriz para operar el compresor, los ventiladores o las bombas del condensador, los ventiladores o bombas del evaporador y los numerosos dispositivos eléctricos adicionales. En la mayoría de los casos, esa fuerza motriz es sumi-

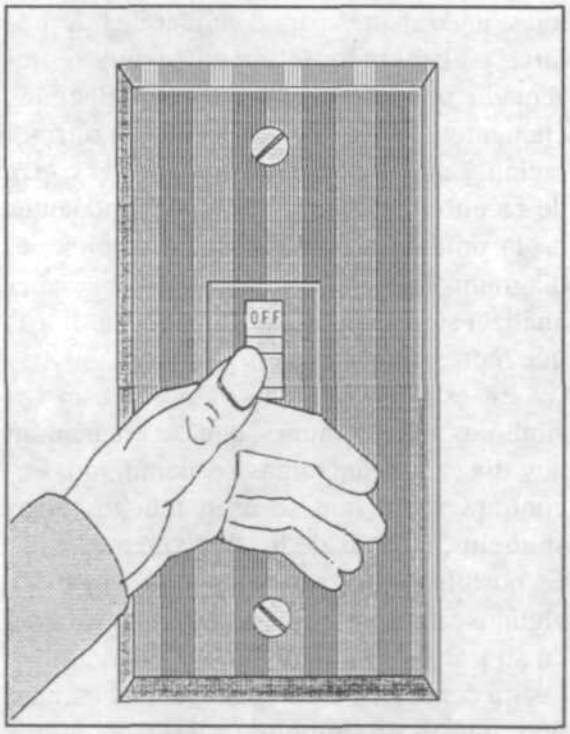


Fig. 30-4. En términos muy sencillos, un interruptor eléctrico conecta un motor o dispositivo eléctrico a la fuente de energía.

nistrada por motores eléctricos.

Por lo tanto, debe contarse con algún medio que pueda suministrarle al motor eléctrico la energía eléctrica necesaria para funcionar en forma apropiada. Los medios que normalmente se usan para proporcionar esa energía, son interruptores eléctricos que conectan o desconectan la fuente de electricidad que alimenta los motores eléctricos. El propósito de todo el alambrado eléctrico, de cualquier unidad de refrigeración o aire acondicionado, es hacer llegar la energía eléctrica al motor o al dispositivo adecuado, en el momento oportuno. Cada alambre y cada interruptor está diseñado para lograr que el equipo básico de aire acondicionado y refrigeración funcione debidamente y en el momento adecuado, o para ponerlo fuera de servicio si algo funciona mal. Todo tiene un propósito útil.

El diagrama de alambrado está formado por símbolos que representan a los dispositivos eléctricos en operación, tales como motores, interruptores para controlar dichos motores y alambrado de interconexión, representado por líneas que unen los distintos elementos. El técnico de servicio en refrigeración y aire acondicionado debe ser capaz de reconocer e identificar los componentes de la unidad, a partir de los símbolos del diagrama de alambrado. Usted debe saber analizar sus funciones, observando las líneas que representan el alambrado.

En esta lección sólo vamos a usar los símbolos más comunes que se encuentran hoy día en los diagramas de alambrado. Encontrará usted que se usan muchos otros símbolos, además de los que veremos aquí. Es posible que en esta lección no vea usted algunos símbolos que encontrará más tarde, en su trabajo práctico, aunque poco a poco los irá conociendo. En realidad, hay compañías que usan símbolos diferentes en sus diagramas de alambrado, pero éstos ponen sus instructivos al alcance de los técnicos que los solicitan.

Por esta razón, descubrirá usted que todos los diagramas de alambrado van acompañados de una leyenda. Esta no es más que una lista de los símbolos usados en el diagrama de alambrado, y una explicación escrita de su significado. Por eso, cuando encuentre algo extraño en un diagrama de alambrado, todo lo que tiene que hacer es comparar el símbolo hallado en dicho diagrama con los que aparecen en la leyenda.

Para propósitos de identificación, ahora y en el futuro, los dispositivos eléctricos que se usan en el alambrado de un circuito eléctrico pueden dividirse en dos clases: los dispositivos consumidores de corriente y los interruptores. Para nuestros propósitos, un dispositivo consumidor de corriente (o carga, según se le llama algunas veces) es un dispositivo donde el magnetismo, producido por el flujo de la electricidad, se aprovecha para realizar trabajo mecánico. Cualquier dispositivo que modifique la energía eléctrica o la corriente que fluyen por él, convirtiéndolas en algún otro tipo de energía, puede ser considerado como un dispositivo consumidor de corriente.

Por ejemplo, la acción magnética creada por la electricidad puede utilizarse para abrir o cerrar válvulas, abrir o cerrar interruptores, impulsar motores y llevar a cabo muchas otras operaciones mecánicas. El flujo de la electricidad también puede producir luz en una lámpara, calor en un calefactor, o sonido. En todos los casos mencionados, la electricidad se convierte en otra forma de energía. Cualquier dispositivo que es capaz de realizar esta función recibe el nombre de carga o dispositivo consumidor de corriente.

Desde el punto de vista eléctrico, toda nuestra energía está dirigida a lograr que los dispositivos de carga funcionen en el momento oportuno. Así pues, examinemos esos dispositivos y los símbolos que los representan.

El motor eléctrico

El motor eléctrico suele ser considerado como el dispositivo de carga rmas importante del circuito eléctrico. Puede representarse simbólicamente en dos formas básicas. El primero de esos símbolos, y el que usaremos más a menudo en esta lección, es el círculo grande que se muestra en la Figura 30-5 (A). Como los motores eléctricos suelen ser considerados los dispositivos más importantes del sistema eléctrico, sus símbolos son generalmente de mayor tamaño que los demás

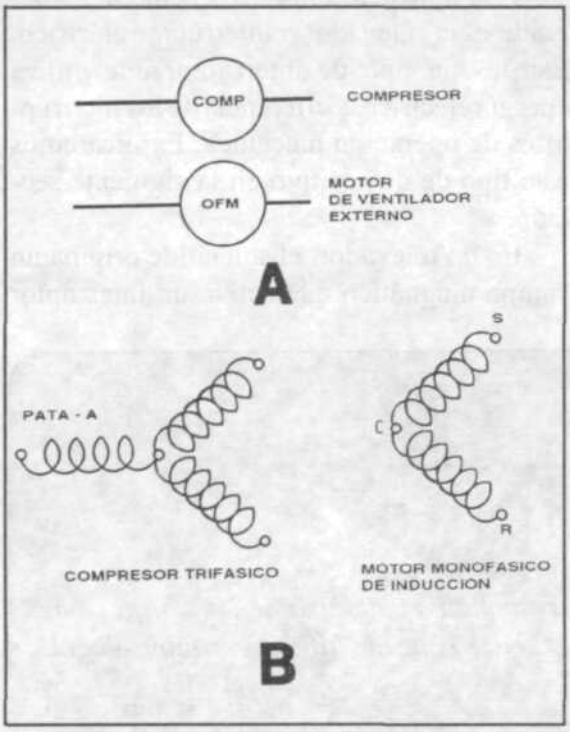


Fig. 30-5. Símbolos de un motor eléctrico. Símbolos del motor *(A).* Símbolos de motores especiales *(B).*

símbolos que aparecen en el diagrama.

El otro símbolo del motor eléctrico empleado es una representación del alambrado interno del motor compresor. Este se emplea con frecuencia cuando el motor tiene una alambrado interno poco común o cuando se puede incluir un interruptor como parte integral del motor (consulte (B) en la Figura 30-5).

En realidad, hay muchos símbolos para representar los motores. Pero usted siempre podrá asegurarse de usar el símbolo adecuado revisando la leyenda en cada diagrama de alambrado. Verifique la leyenda en todos los casos. Puesto que los motores eléctricos suelen ser los dispositivos de carga más importantes de los circuitos eléctricos, es necesario que usted sepa reconocerlos con rapidez y exactitud. Recuerde también esta afirmación fundamental: si la corriente pasa por un motor eléctrico, éste tiene que funcionar.

Solenoides

El segundo dispositivo consumidor de corriente eléctrica, o carga, que necesitamos explicar es el solenoide. Ya dijimos que el flujo de la corriente eléctrica genera magnetismo. También mencionamos que se puede enrollar un alambre, en varias vueltas, para concentrar ese magnetismo en una área pequeña. En esa forma, el alambre enrollado se convierte en un imán cuando pasa corriente por él.

El solenoide es un dispositivo que permite aprovechar y usar este magnetismo. Los solenoides o bobinas se usan muy frecuentemente para abrir o cerrar un interruptor eléctrico. También pueden emplearse para abrir o cerrar válvulas mecánicas y para muchos otros propósitos mecánicos. La palabra sole-

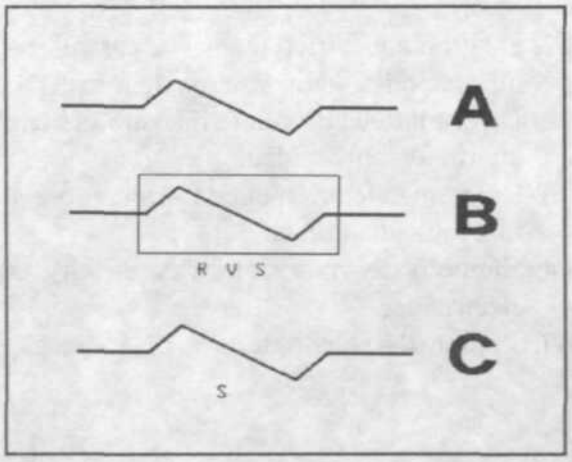


Fig. 30-6. Símbolos de solenoide. El mero solenoide *(A).* Solenoide de válvula de inversión *(B).* Solenoide de válvula de cierre (C).

noide se aplica a la bobina que se convierte en imán cuando pasa corriente a través de ella. Si se emplea para accionar una válvula, entonces se conoce como válvula solenoide.

Debido a que el solenoide se usa para muchos propósitos, es importante que reconozcamos el símbolo del solenoide por sí solo. Su propósito suele identificarse con las letras que acompañan al símbolo del solenoide. Por ejemplo, en la Figura 30-6 vemos junto al símbolo del solenoide las letras SVI *(en inglés, RVS).* Esto indica que la bobina se emplea para accionar una válvula de inversión y, por supuesto, se conoce como solenoide de válvula de inversión. Otro ejemplo es la letra S por sí sola, la cual significa que el solenoide en cuestión acciona una válvula de cierre.

Recuerde que el símbolo del solenoide indica solamente el hecho de que se usará una bobina para generar magnetismo. Las letras acompañantes indicarán la forma en que habrá de utilizarse ese magnetismo. Los tres símbolos que acabamos de mencionar se muestran en la Figura 30-6.

Relevadores

Los solenoides son muy comunes y cumplen muchos propósitos. La bobina solenoide se usará en muchos de los dispositivos que describiremos a continuación, pero no emplearemos la palabra solenoide en la descripción del dispositivo.

Una aplicación muy frecuente del solenoide es el relevador o interruptor eléctrico. Este es un tipo de interruptor que utiliza energía eléctrica, a diferencia de los interruptores de operación mecánica. Explicaremos este tipo de dispositivo en la siguiente sección.

En un relevador, el solenoide origina un campo magnético que activa un interruptor

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Diagrama eléctrico que sirve para efectuar las instalaciones de un sistema de refrigeración. _____
2. Diagrama eléctrico que muestra el alambrado interno de una unidad. _____
3. Diagrama eléctrico que indica como y por qué funciona una unidad. _____
4. Símbolo del motor eléctrico en un diagrama eléctrico. _____
5. Símbolo del solenoide en un diagrama eléctrico. _____

a. esquemático de alambrado
b. un círculo
c. de linea o de rotulos
d. linea en zigzag
e. de alambrado de instalación

Respuestas

1. e 2. c 3. a 4. b 5. d

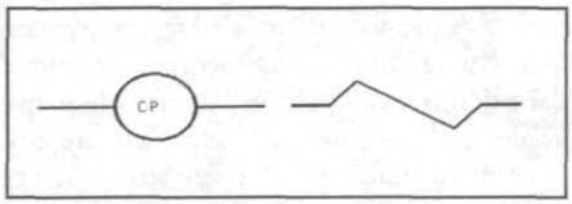


Fig. 30-7. Símbolos de relevador.

eléctrico. El relevador utiliza energía eléctrica en un circuito, para abrir o cerrar un interruptor eléctrico en un segundo circuito. El término relevador se aplica generalmente al interruptor de solenoide, cuando la corriente utilizada es muy pequeña.

El interruptor relevador se identifica con el símbolo que aparece en la Figura 30-7. Con frecuencia se usa el símbolo del solenoide para representar una bobina de relevador. Cualquiera de los dos símbolos puede emplearse en forma satisfactoria.

Otros interruptores eléctricos

Los términos normalmente abierto (N.A.) y normalmente cerrado (N.C.) se refieren a la posición en que se encuentra el interruptor cuando no se le aplica voltaje de operación. Es muy importante que recuerde usted este punto. El diagrama de alambrado eléctrico mostrará los interruptores eléctricos en la posición en que se encontrarán cuando el solenoide o mecanismo no reciba energía eléctrica, es decir, cuando no se le aplique voltaje. Cuando se aplica voltaje al solenoide o mecanismo, los interruptores cambiarán automáticamente sus posiciones. El normalmente abierto (N.A.) se volverá normalmente cerrado (N.C.), y el normalmente cerrado (N.C.) se volverá normalmente abierto (N.A.). Aun cuando los relevadores comúnmente tienen una sola bobina, pueden incluir muchos contactos interruptores. Los símbolos de interruptores que se muestran en la Figura 30-8 son los que se usan normalmente con los relevadores. Existen muchos otros símbolos de interruptor, que iremos mostrando y explicando sobre la marcha.

Fig. 30-8. Símbolos de interruptor.

Relevadores e interruptores

Cuando lea e interprete diagramas de alambrado, es importante que entienda usted que este relevador puede accionar a más de un interruptor. Si se identifica con el mismo sistema de letras a la bobina y a los contactos, resulta muy fácil localizar los interruptores que son operados por una bobina en particular. Observe la Figura 30-9 (A), donde se

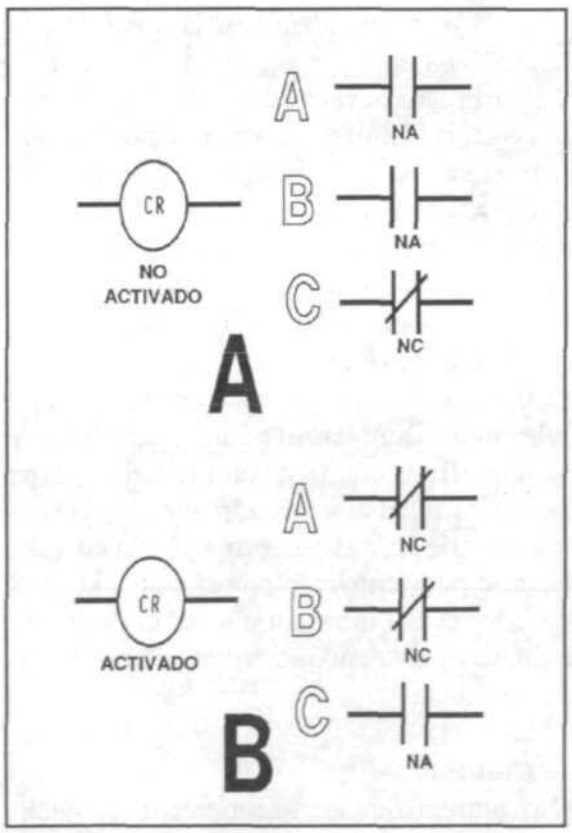


Fig. 30-9. Símbolos de relevador e interruptor.

muestra la bobina CR desenergizada, con tres interruptores diferentes: dos normalmente abiertos (N.A.) y uno normalmente cerrado (N.C.). Examine ahora la Figura 30-9 (B) que muestra la bobina CR energizada. Ahora las posiciones de los tres interruptores son: dos normalmente cerrados (N.C.) y uno normalmente abierto (N.A.). Recuerde que cuando se aplica corriente eléctrica a la bobina CR, todos los interruptores cambian de posición.

Contactor

Cuanto mayor sea la cantidad de corriente eléctrica que va a ser conectada y desconectada, de mayor capacidad tendrá que ser el interruptor requerido. Cuando los interruptores son de mayor capacidad y son capaces de manejar más corriente eléctrica, es posible que una pequeña bobina solenoide no baste para crear el magnetismo suficiente para activar el interruptor. En consecuencia, se requieren grandes solenoides con mayor potencia magnética.

En el caso de relevadores de mayor tamaño, su principio de operación no cambia, pero sí su nombre. El relevador de grandes dimensiones se conoce a menudo como contactor. Su principio de operación es exactamente el mismo. La única diferencia es el tamaño. La apariencia física cambia y eso es todo.

Al contactor le corresponde un símbolo de bobina que es idéntico al de la bobina de relevador. También tiene interruptores que se identifican con la misma letra empleada para identificar al solenoide. Funciona exactamente de la misma forma. Es decir que, cuando pasa corriente por el solenoide, las posiciones del interruptor se modifican. Un contactor es solamente un relevador de mayor tamaño.

Arrancador

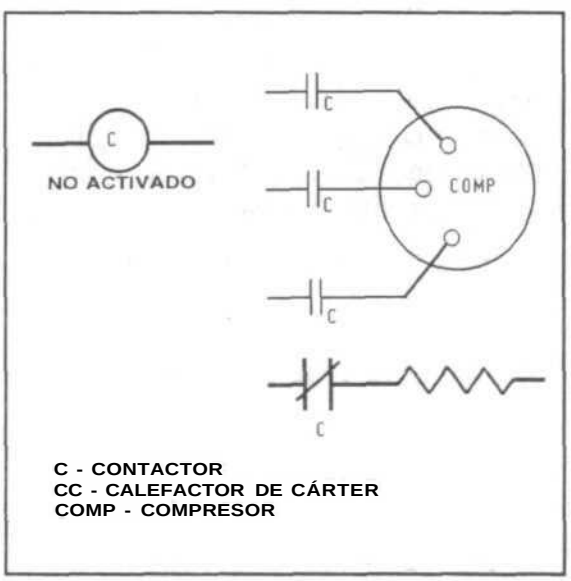
Otro término que se oye con frecuencia cuando se habla de interruptores es la palabra arrancador. Un arrancador no es más que un contactor provisto de un sistema de protección contra sobrecargas incorporado como parte del arrancador. En el diagrama de alambrado, no hay diferencia alguna entre los símbolos de un arrancador y de un contactor, excepto en el diagrama pictórico.

Calefactor de resistencia

Otro dispositivo de carga muy común es el calefactor de resistencia. En lugar de que la electricidad se utilice para accionar motores eléctricos o solenoides, también es posible convertir directamente dicha electricidad en calor. Vamos a presentar aquí una explicación básica de la forma en que esto ocurre.

Cuando la resistencia eléctrica es baja, se produce poco calor en ella. Cuando existe una gran resistencia eléctrica se consume una mayor cantidad de energía eléctrica para vencer tanta resistencia y entonces se produce calor. Los calefactores de resistencia eléctrica tienen un alambre, fabricado con una aleación especial de alta resistencia, que puede producir grandes cantidades de calor cuando fluye corriente por ellos.

Los calefactores de resistencia tienen muchas aplicaciones, como en los tostadores y en los calefactores de espacios, para mencio-



Fíg. 30-10. Calefactor de cárter.

nar sólo unos cuantos. Sin embargo, en el caso de la refrigeración y el aire acondicionado, nuestro interés se enfoca sobre todo en el calefactor de cárter, el calefactor suplementario de cinta y el horno eléctrico.

El calefactor de cárter se instala eléctricamente, de manera que sólo fluya electricidad por el calefactor cuando el compresor esté fuera de servicio. El calor producido por el calefactor mantiene el compresor a una temperaturasuficientementealta,paraevitar que el refrigerante líquido se condense en el cárter. La Figura 30-10 muestra este dispositivo.

El contactor se ilustra con un conjunto adicional de contactos. A diferencia del conjunto normal de contactos, éste se muestra normalmente cerrado. La energía eléctrica fluye por el calefactor a través de esos contactos. Cuando la bobina del contactor recibe energía eléctrica, el compresor se pone en marcha por el accionamiento de interruptores que permiten el flujo de la electricidad por el motor eléctrico. El calefactor es desactivado (apagado) cuando se abre el interruptor del circuito.

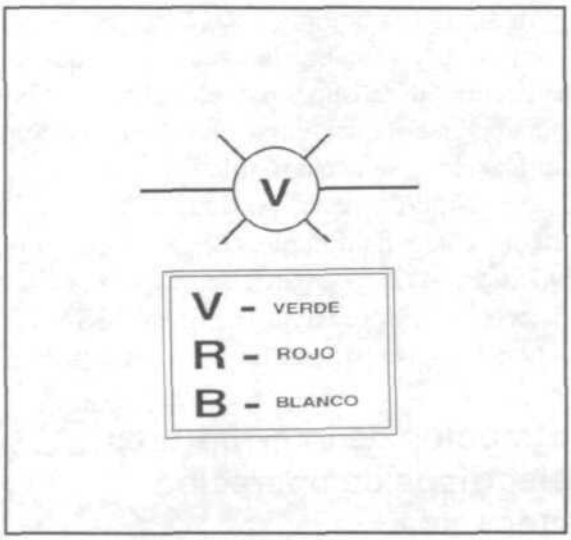


Fig. 30-11. Símbolo de luz indicadora.

Luces indicadoras

Las luces indicadoras son el dispositivo de carga que vamos a exponer en último lugar. Dichas luces pueden emplearse para indicar casi cualquier situación, buena o mala, que ocurra dentro del circuito eléctrico. Por ejemplo, una luz indicadora puede advertir que un dispositivo de carga está funcionando o que

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falla para completar las siguientes afirmaciones.

1. El símbolo N.C de un relevador, significa normalmente_____.
2. El contactor es un_____de grandes dimensiones.
3. Un_____es un contactor que cuenta con un sistema de protección contra sobrecargas y que es parte del arrancador.
4. En la industria de la refrigeración el_____de resistencia se emplea para calentar el cárter del compresor cuando este está fuera de servicio.
5. La_____indicadora sirve para indicar cuando un dispositivo está funcionando.

Respuestas

1. cerrado 2. relevador 3. arrancador 4. calefactor 5. luz

el mismo no funciona. Estas luces se usan a menudo para mostrar la situación en que se encuentra un dispositivo eléctrico que no puede verse u observarse con facilidad. Sus aplicaciones son casi ilimitadas.

El símbolo de la luz indicadora puede identificarse fácilmente por las líneas que salen como rayos a partir del círculo pequeño, como se aprecia en la Figura 30-11. La letra se emplea para indicar el color de la luz.

Símbolos de interruptores eléctricos de operación mecánica

Los dispositivos de carga pueden servir muchos propósitos: accionan interruptores, ponen en marcha ventiladores, proporcionan calor y así sucesivamente. Los interruptores sólo sirven un propósito: permiten o detienen el flujo de la corriente eléctrica.

La única diferencia entre los interruptores es el tipo de mecanismo que los abre o los cierra. Desde el punto de vista eléctrico, todos los interruptores realizan exactamente la misma función: inician o detienen el flujo de la corriente eléctrica en un dispositivo eléctrico de carga.

Los interruptores se clasifican generalmente de acuerdo con la fuerza que los dispara. Por ejemplo, un relevador puede considerarse como un interruptor eléctrico, porque el flujo de la electricidad en la bobina del solenoide activa el interruptor. Un control de alta o baja presión se considera como un interruptor de operación mecánica, porque se activa mediante la presión física. Otros interruptores de operación mecánica son: los termostatos, interruptores manuales, los interruptores de flujo de aire, los interruptores accionados por levas y así sucesivamente. Es importante conocer estos interruptores porque se representan de diversas formas en el diagrama de alambrado.

Interruptor de presión y termostato

Hay muchos interruptores eléctricos de operación mecánica, como los interruptores de flujo, los interruptores limitadores y los interruptores de flotador. Sin embargo, los que

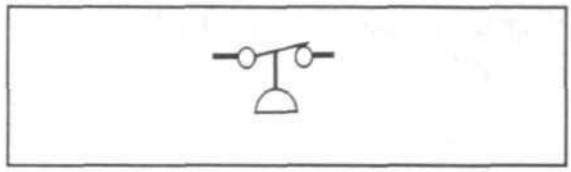


Fig. 30-12. Símbolo de interruptor de presión.

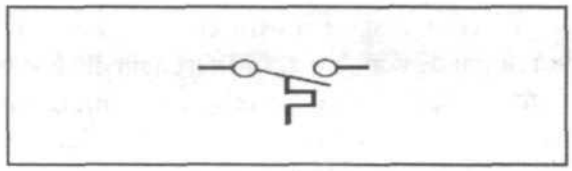


Fig. 30-13. Símbolo de termostato.

más nos interesan a los técnicos de servicio de refrigeración y aire acondicionado son dos tipos de interruptores muy comunes: los interruptores de presión y los termostatos.

El interruptor eléctrico operado a presión es fácil de identificar, porque se representa con un fuelle o diafragma unido al interruptor, como aparece en la Figura 30-12. En el caso del termostato, puede usarse el símbolo que representa al elemento bimetálico (consulte la Figura 30-13).

Podrá usted ver que los dos símbolos mostrados casi se explican por sí mismos. La mayoría de los interruptores de presión tienen un fuelle o diafragma que se mueve a causa de la presión existente dentro del sistema refrigerante. Cuando la presión aumenta, el fuelle se expande y, al hacerlo, abre o cierra un interruptor eléctrico, según el empleo que se le quiera dar a dicho interruptor.

Por ejemplo, se supone que un interruptor de seguridad de alta presión debe poner fuera de servicio al compresor cuando la presión del sistema se eleva demasiado. En ese caso, el fuelle se expandiría, abriendo el interruptor eléctrico y desconectando la elec-

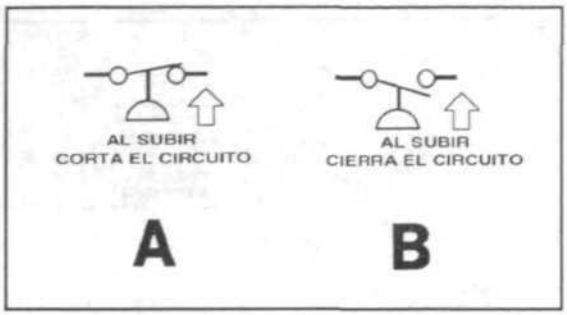


Fig. 30-14. Símbolos de interruptor de presión en operación.

tricidad. La Figura 30-14 (A) muestra cómo se abre un interruptor de presión cuando esta última aumenta, y la Figura 30-14 (B) indica cómo se abre un interruptor de presión cuando ésta disminuye.

El símbolo del termostato se usa en forma muy similar. Cuando la temperatura se eleva, el elemento bimetálico se endereza. Esto abrirá el interruptor superior o cerrará el interruptor inferior (consulte la Figura 30-15).

Usualmente, a partir del diagrama de alambrado, no es difícil deducir cómo funciona en realidad un interruptor de presión o un termostato. Estos símbolos se explican por sí mismos. Los dibujos no sólo muestran la posición normal del interruptor, sino también lo que lo acciona. La elevación o el descenso de la presión o la temperatura, por ejemplo. En caso de duda, podrá identificar con seguridad al interruptor, consultando la leyenda del diagrama.

Los interruptores de operación mecánica se muestran en la posición en que se encontrarían en su operación normal. En este punto

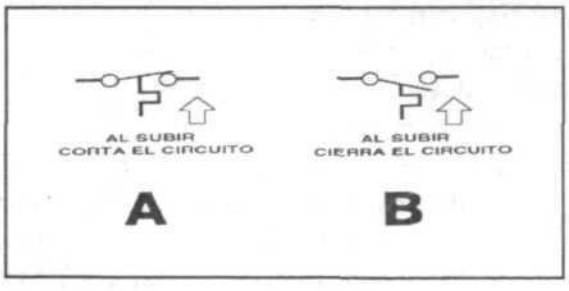


Fig. 30-15. Símbolos de termostatos en operación.

hay una excepción muy común: el control principal de todo el sistema. Por ejemplo, un termostato de habitación, incluido en una unidad de enfriamiento residencial, se representa generalmente en la posición abierta. Sin embargo, la mayoría de los interruptores mecánicos se muestran en la posición en que usted los encontraría si la unidad estuviera operando correctamente.

Interruptores manuales

Cuando se habla de interruptores, es frecuente oír los términos de un polo y de doble polo; o bien, de un tiro y de doble tiro. El concepto de polo indica el número de circuitos eléctricos o caminos que pasan por el interruptor, mientras que el término tiro nos indica el número de lugares de destino a los que el circuito puede dirigirse.

Observe la Figura 30-16 (A), que muestra un interruptor de un polo y un tiro (UPUT). Este interruptor solamente puede manejar un circuito o camino, y dicho circuito o camino puede llegar únicamente a un lugar. En la Figura 30-16 (B) se presenta un interruptor de doble polo y un tiro (DPUT). Este interruptor está provisto de dos circuitos, pero sólo hay un lugar al que cada circuito puede llegar. En la Figura 30-16 (C) se presenta un interruptor de dos polos y dos tiros (DPDT), que tiene dos circuitos y cada uno de dichos circuitos tiene dos lugares a donde dirigirse.

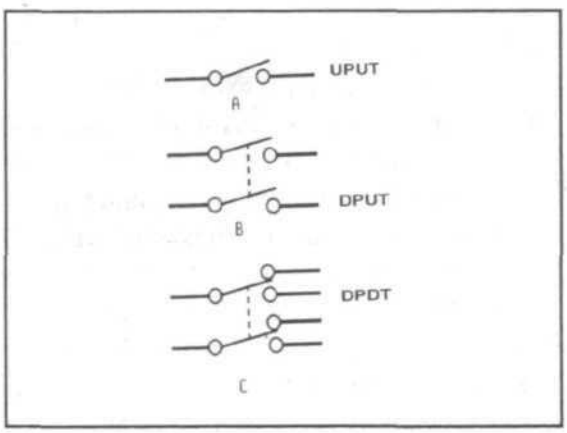


Fig. 30-16. Un polo, doble tiro *(A).* Doble polo, un tiro *(B).* Doble polo, doble tiro (C).

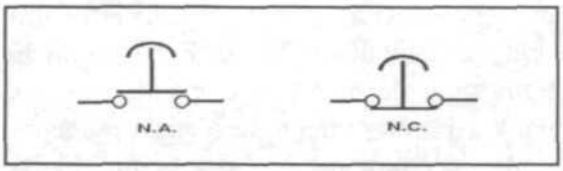


Fig. 30-17. Símbolo de interruplores de acción momentánea.

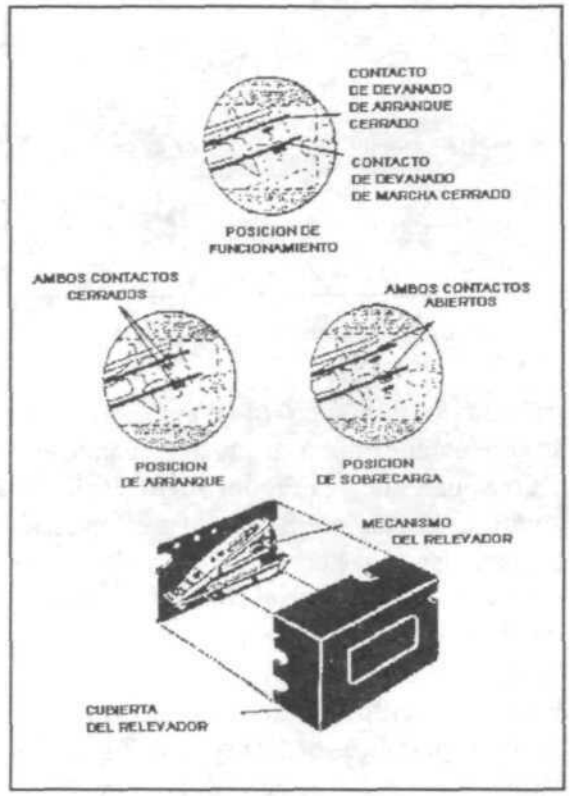
La mayoría de los interruptores que encontraremos en el equipo de refrigeración y aire acondicionado serán de un polo y un tiro (UPUT). No obstante, puede ser que se encuentre usted con interruptores de otro tipo y es conveniente que sepa identificarlos.

Algunos símbolos indican el método de operación de un interruptor manual, como en el caso de los interruptores de botón o de flujo. Algunos interruptores manuales son de contacto momentáneo. Este tipo de interruptor de botón se ilustra en la Figura 30-17. Este interruptor regresa automáticamente a su posición original, en cuanto se retira la presión del dedo. Una rápida consulta a la leyenda correspondiente permitirá identificar con seguridad este tipo de interruptor.

Interruptores de sobrecarga y seguridad

El grupo de dispositivos que comentaremos en último lugar es el de los interruptores de sobrecarga y seguridad, que a veces son una combinación de una carga y un interruptor. Se diferencian de! relevador por el tipo de dispositivo de carga utilizado y por su propósito en general.

Todos los dispositivos de carga, como los motores eléctricos y los solenoides, están diseñados para usar una cantidad determinada de corriente eléctrica. Por lo tanto, si por una u otra razón reciben demasiada corriente, pueden averiarse o arruinarse por completo. Además, el paso excesivo de corriente por el dispositivo puede estropear las líneas de transmisión de energía eléctrica y los accesorios de las mismas, que se encargan de llevar la electricidad desde la planta generadora hasta el dispositivo. La Figura 30-18 muestra un



Fíg. 30-18. Un relevador de alambre caliente, un tipo de dispositivo de protección contra sobrecargas.

dispositivo que se emplea para desconectar la carga cuando ésta empieza a usar demasiada corriente. Los dispositivos de sobrecarga de este tipo se presentan en muchas formas o configuraciones y operan sobre múltiples principios. Examinaremos solamente los más comunes.

FUSIBLES. El primero y más común de los dispositivos de protección es el fusible. El propósito del fusible es ofrecer protección contra las grandes sobrecargas, pero no es eficaz contra las sobrecargas pequeñas. Está destinado principalmente a proteger la línea de conducción eléctrica y sus accesorios, más que la carga del equipo eléctrico.

El fusible no es más que un trozo de metal que puede conducir la corriente eléctrica utilizada por el dispositivo de carga; pero que cuando es sometido a mayores cantidades de corriente, se calienta y finalmente se funde. En el fusible de tamaño pequeño, el elemento

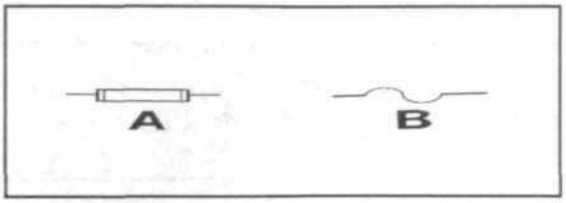


Fig. 30-19. Fusible. Símbolos de fusibles. Fusible de cartucho *(A).* Elemento conductor del fusible *(B).*

conductor y el cartucho se fabrican como una sola unidad. En el fusible de mayor tamaño, el conductor fusible puede retirarse del cartucho para ser reemplazado. El fusible de la Figura 30-19 (A) es de los que tienen el elemento fusible reemplazable. Si el fusible se funde e interrumpe el flujo de la corriente, la porción fundida puede sustituirse rápidamente. En la Figura 30-19 (B) se muestran los dos símbolos que se emplean comúnmente para representar los fusibles.

El segundo tipo de elemento de sobrecarga que queremos mencionar está diseñado para brindar protección, tanto contra las grandes sobrecargas como contra las sobrecargas pequeñas. Los hay de dos tipos básicos: el térmico y el magnético. Sus nombres describen a la perfección su mecanismo de acción.

SOBRECARGA TÉRMICA. El elemento de sobrecarga térmica es activado por el calor, mientras que el de tipo magnético funciona por medio del magnetismo. Cuando fluye electricidad por un alambre, se producen dos fenómenos importantes. A medida que fluye electricidad dentro del alambre, en éste se origina calor. Al mismo tiempo, se genera magnetismo alrededor del alambre. Estos dos efectos del flujo de la electricidad pueden usarse, ya sea por separado o en forma conjunta, para activar dispositivos de protección contra sobrecargas.

En la Figura 30-20, mostramos la forma en que se genera el calor. Cuanto mayor sea la cantidad de electricidad que fluye por un alambre determinado, tanto más calor se generará. En un dispositivo que representa una carga, como un motor eléctrico, se tiene que calcular el calibre del alambre que conduce la electricidad al motor, para que al hacerlo no produzca un sobrecalentamiento.

Un tipo de protección térmica contra sobrecarga consiste en una sección especial de alambre, diseñada para sobrecalentarse con rapidez si pasa por ella un exceso de corriente, que se inserta como parte del alambre que conduce la corriente. Inmediatamente encima de este pequeño calefactor, hay un elemento bimetálico que se vuelve curvo cuando se le aplica calor. Este elemento bimetálico es en realidad un interruptor, que conduce la electricidad hasta los controles que ponen en marcha y detienen el motor eléctrico. Cuando se eleva la temperatura del calefactor, el elemento bimetálico se encorva y esto abre el interruptor, suspendiendo el flujo de electricidad hacia el contactor y deteniendo el motor eléctrico.

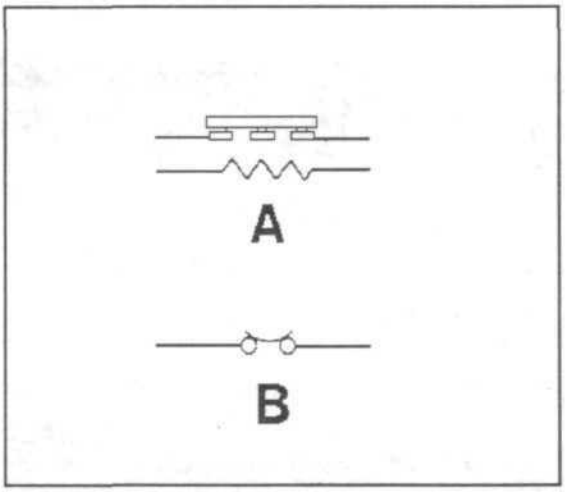


Fig. 30-20. Sobrecarga. Sobrecarga bimetálica expuesta al calor *(A).* Símbolo de sobrecarga bimetálica *(B).*

El elemento bimetálico se usa a veces en forma independiente. Puede estar incluido en el cuerpo del motor o en el circuito interno de éste, donde se encuentra a la misma temperatura que el motor. Frecuentemente, se acopla también a la cubierta del motor. Si el motor se sobrecalienta por cualquier motivo, entonces el elemento bimetálico se encorva, abre el circuito eléctrico y detiene el flujo de

electricidad hacia el motor eléctrico.

SOBRECARGA MAGNÉTICA (RELEVADOR DE SOBRECARGA DE CORRIENTE). El segundo efecto del flujo de electricidad consiste en crear magnetismo alrededor del alambre o conductor por el que fluye la electricidad. Cuanto más corriente fluya, tanto más magnetismo se generará. En lugar de incluir un calefactor en el alambre que conduce la electricidad hasta el motor, se coloca en él una bobina de relevador. Esta bobina de relevador se elige de manera que cuando pasen por ella las cantidades normales de corriente, no se produzca suficiente magnetismo para abrir el contacto del relevador. Sin embargo, cuando es excesiva la corriente que pasa al motor eléctrico por el alambre, la bobina en cuestión se vuelve fuertemente magnética y abre el interruptor.

El dispositivo térmico contra sobrecarga aprovecha el calor, provocado por el exceso de electricidad, para apagar el dispositivo de carga. El protector magnético utiliza el campo magnético generado por el flujo de elec-

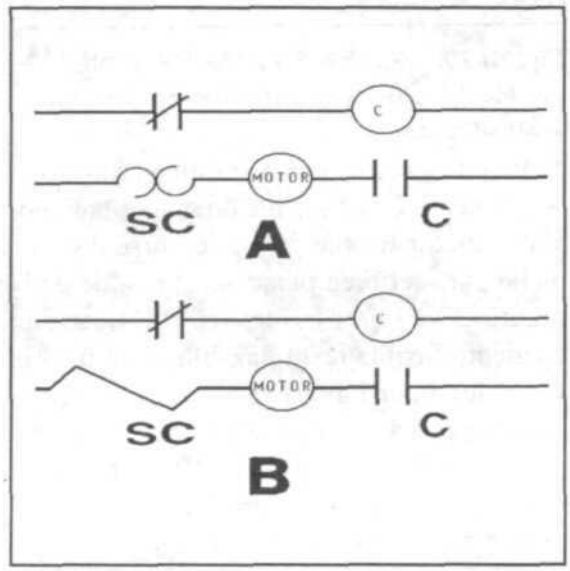


Fig. 30-21. Sobrecargas. Sobrecarga térmica *(A).* Sobrecarga magnética *(B).*

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta.

1. A los técnicos de servicio en refrigeración y aire acondicionado los interruptores que más les sirven son los de presión y los	a. eléctricos	b. termostatos
2. Un interruptor que tiene un circuito eléctrico que pasa por él, es un interruptor de	a. un polo	b. doble polo
3. La mayoría de los interruptores empleados en aire acondicionado y refrigeración son los de	a. un polo y un tiro	b. doble polo y doble tiro
4. Dispositivo de protección contra grandes sobrecargas	a. relevador	b. fusible
5. Dispositivo de protección que tiene un elemento bimetálico para su operación	a. de sobrecarga térmica	b. de tipo magnético

Respuestas

1.b 2.a 3.a 4.b 5.a

tricidad o corriente. El símbolo que se usa para representar el protector magnético de sobrecarga es muy descriptivo. Se trata del mismo símbolo empleado para representar la bobina solenoide, puesto que a fin de cuentas eso es. Es un relevador que no opera en condiciones normales, sino solamente cuando pasa un exceso de corriente por el circuito. La Figura 30-21 muestra los dos dispositivos de sobrecarga que acabamos de describir.

Los dos dispositivos de sobrecarga que acabamos de mostrar se consideran como una sola unidad, lo que significa que la unidad activadora y el interruptor se representan juntos. En muchos diagramas de alambrado, los dispositivos de sobrecarga se representan con la unidad activadora en un circuito y el interruptor en otro. A veces, cuando se emplea este método, las representaciones del interruptor son diferentes. El símbolo correspondiente al interruptor es el símbolo ordinario que se emplea para interruptores, como lo ilustramos anteriormente con el relevador. Se usan letras para indicar la forma en que el interruptor está conectado con el elemento activador propiamente dicho.

Transformador

El símbolo que describiremos en último lugar es el transformador. ¿Recuerda usted que dijimos que existen dispositivos capaces de crear un flujo de electricidad? Este potencial se mide en volts. Podemos tener dispositivos con potencial de alto voltaje, o sea, con capacidad suficiente para mover grandes cantidades de corriente. También existen dispositivos que tienen poco potencial para mover corriente. Sabemos igualmente que las grandes cantidades de corriente pueden ser peligrosas. Además, cuando se utiliza mucha corriente, se requiere equipo pesado para manejarla. En muchas ocasiones, esta gran cantidad de corriente no es necesaria y pueden usarse dispositivos de potencial bajo, por motivos de economía y seguridad.

En un acondicionador de aire normal, un motor eléctrico que acciona un compresor requiere una fuente de electricidad de alto potencial. Esto es así porque se necesita una elevada cantidad de corriente para impulsar el motor eléctrico. Sin embargo, los termostatos y controles que se utilizan en la unidad no requieren cantidades tan considerables de corriente, porque los relevadores pueden ser activados con muy poca corriente. En consecuencia, ahorraremos dinero si podemos usar alambre delgado para las aplicaciones de baja corriente, y lograremos que el termostato doméstico sea mucho más seguro. El propósito del transformador consiste en reducir o modificar el potencial eléctrico dentro del circuito. Si en uno de los extremos del transformador se introduce un alto potencial, en el otro lado puede salir un potencial muy bajo. Debemos hacer que a nuestra unidad llegue alambre grueso, para que puedan funcionar nuestros compresores.

Podemos usar una parte de la corriente disponible, introduciendo un transformador en el circuito donde se encuentra el compresor, y emplear el potencial reducido del transformador para que proporcione el flujo de electrones que requieren nuestros termostatos y relevadores. El transformador está diseñado para reducir el potencial eléctrico y disminuir la cantidad de electricidad, en áreas donde un elevado flujo de corriente no es necesario y podría ser peligroso. La Figura 30-22 muestra cómo reduce un transformador el potencial de 220 volts a 24 volts. La electricidad de 220 volts requiere muchos dispositivos de seguridad, pero éstos no son necesarios cuando sólo se usan 24 volts.

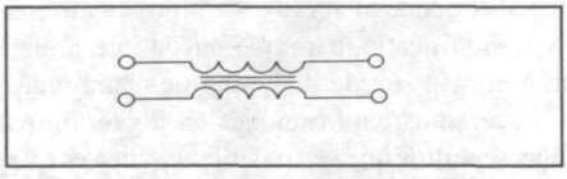


Fig. 30-22. Transformador reduciendo el voltaje.

Capacitores

En otro lugar nos ocuparemos de los capacitores. Por el momento, considere usted que los capacitores no son más que un elemento auxiliar para poner en marcha y mantener en funcionamiento un motor eléctrico. Los símbolos de los capacitores se muestran en la Figura 30-23.

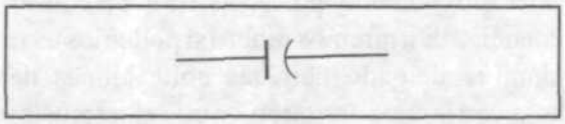


Fig. 30-23. Símbolos de capacitor.

Se usan muchos más símbolos eléctricos que los pocos que hemos presentado aquí. Sin embargo, los que hemos estudiado representan cerca del 95% de los diagramas de alambrado que utiliza el técnico de REAC. Un buen técnico de servicio debe ser capaz de reconocer de inmediato los símbolos, conocer el propósito de los mismos, la forma en que se usan y cuál es el aspecto real del dispositivo que representan. Apréndase usted bien estos símbolos. Ningún técnico de servicio que no esté familiarizado con ellos podrá aspirar nunca a dominar los diagramas de alambrado eléctrico que se emplean en el trabajo diario.

El circuito eléctrico práctico

Quizá sea conveniente que repasemos brevemente algunos conceptos acerca de la aplicación de la electricidad en la refrigeración y el aire acondicionado, a un nivel básico, antes de emprender de lleno el estudio de los diagramas de alambrado. Es necesario que usted entienda bien estos términos eléctricos y su significado, para que pueda interpretar aun el más simple diagrama de alambrado. Ofreceremos explicaciones en los términos más sencillos que sea posible. La idea es que se forme un concepto suficientemente visual de la electricidad como para entender los

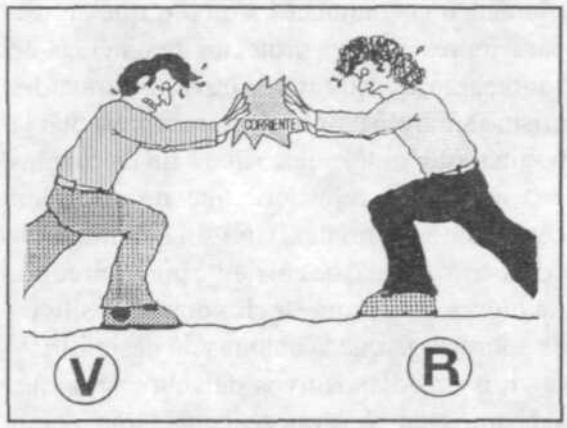


Fig. 30-24. El voltaje empuja a la corriente en contra de la resistencia.

diagramas de alambrado.

Examinaremos tres factores: voltaje, corriente y resistencia. En nuestro intento de crear una imagen vivida relativamente sencilla, es posible que no seamos "técnicamente" exactos. Sin embargo, esto no afectará los razonamientos necesarios para entender el diagrama de alambrado.

Comencemos con una ilustración del voltaje, imaginándolo como algo que se esfuerza por empujar la corriente, mientras que la resistencia se esfuerza por detener dicha corriente. Vea la Figura 30-24.

Hemos definido la electricidad como un flujo de electrones. Aprendió usted también que dicho flujo de electrones genera magnetismo. Este magnetismo se crea alrededor del alambre por el cual fluyen los electrones. El magnetismo puede usarse para impulsar motores, abrir o cerrar interruptores y activar válvulas. El magnetismo creado por la corriente que fluye es lo que permite que la electricidad trabaje para nosotros.

La cantidad de corriente que fluye se mide en amperes. Una gran cantidad de corriente significa un alto amperaje, mientras que una cantidad pequeña de corriente significa un amperaje bajo.

Aprendió usted también que hay dispositivos capaces de provocar el flujo de corriente. Las baterías y los generadores son dos de esos dispositivos. Su capacidad para

producir corriente varía. Dicha capacidad se denomina frecuentemente diferencia de potencial. La diferencia de potencial se mide en volts. La batería o el generador que es capaz de producir gran cantidad de corriente, provocando el movimiento de muchos electrones, tiene un elevado potencial. Se denominan batería o generador de alto voltaje. Una batería o un generador que no tenga capacidad suficiente para mover muchos electrones se llama batería o generador de bajo voltaje.

Para ampliar este sencillo concepto, averigüemos qué se requiere de la electricidad para que realice un trabajo útil. En primer lugar, se necesita una diferencia de potencial para crear un flujo de electrones. El segundo requisito es un camino para llevar a los electrones hasta el sitio en que se necesitan. En tercer lugar, se requiere un dispositivo o carga que convierta los electrones en trabajo útil. Cuando se cumplen estas tres condiciones—potencial, camino y carga— la energía eléctrica puede realizar trabajo mediante su transformación en calor, magnetismo, sonido o luz.

Es importante que entendamos estos requisitos.Todos ellos deben cumplirse para que la corriente pueda fluir y el trabajo pueda realizarse.

Veamos una ilustración de lo que acabamos de decir. En la Figura 30-25, tenemos un potencial y una carga. Vemos también que se ha roto el camino entre el potencial y la carga. En consecuencia, no hay camino, no fluye corriente y la carga no puede realizar ningún trabajo. El camino para que fluyan los electrones es uno de los requisitos para que la electricidad trabaje.

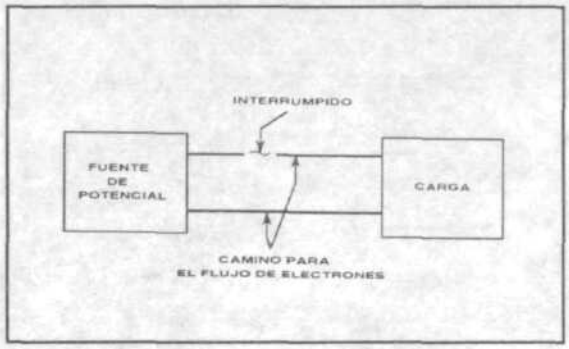


Fig. 30-25. Interrupción del camino entre potencial y carga.

Veamos otro ejemplo de la misma situación, en forma diferente. En la Figura 30-26 (A), tenemos una batería con dos terminales. Hay un exceso de electrones en una terminal de la batería, mientras que en la otra terminal hay escasez de electrones. Puesto que no existe un camino entre las dos terminales de la batería, no puede haber un flujo de electrones.

En la Figura 30-26 (B), tenemos un generador que se encuentra en la misma situación que la batería de la Figura 30-26 (A). No hay circuito y, por lo tanto, no hay corriente o flujo de electrones. Esta es la razón por la cual se usa en electricidad la palabra "circuito". Debe existir un camino completo para el flujo de corriente o de electrones. Sin flujo de corriente, no puede realizarse trabajo.

El circuito que acabamos de mencionar, en la Figura 30-26, habría permitido que los electrones o la corriente fluyeran sin restric-

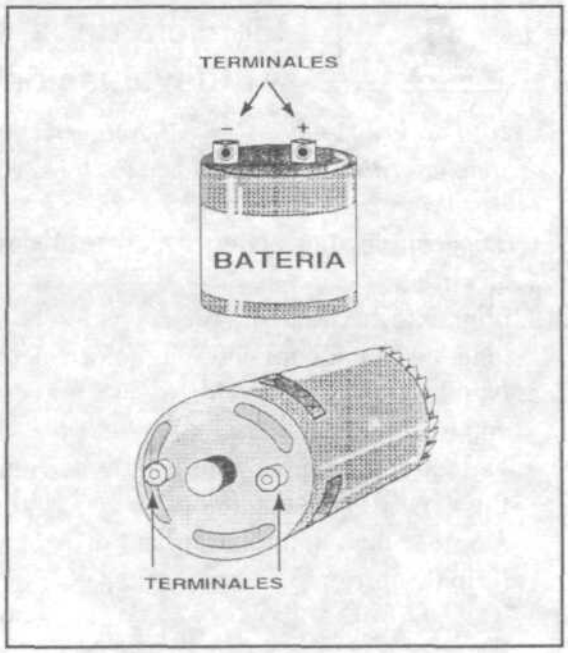


Fig. 30-26. No hay circuito, no fluye corriente. La batería no está conectada *(A)*. El generador no está conectado *(B)*.

ciones si existiera un camino o circuito entre las dos terminales de la batería o del generador. Este no es un circuito práctico, porque un flujo ilimitado de electrones provocaría daños en todos los casos. Esto es lo que llamamos comúnmente un cortocircuito.

En la figura 30-27, vemos los efectos de un cortocircuito. Se permitió que fluyera demasiada corriente en los conductores internos de un motor eléctrico, lo cual provocó que éstos se quemaran y quedaran eliminados por cortocircuito. En todo circuito debe haber algún medio de controlar el flujo de electrones. El medio más sencillo de lograr ese propósito consiste en convertir parte de esa energía en calor, magnetismo, luz o sonido.

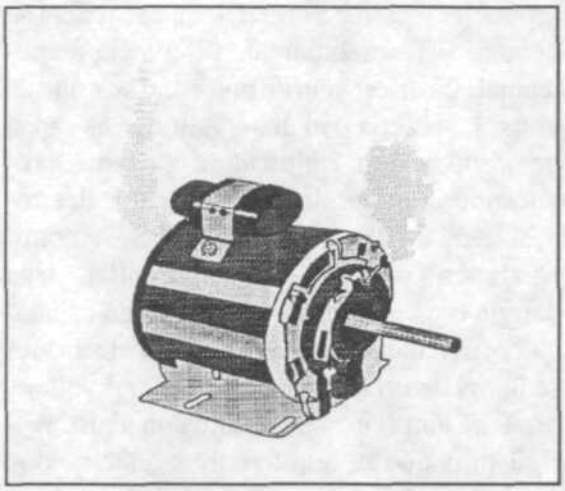


Fig. 30-27. Resultados de un flujo de corrienteexcesivo.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja cíe la lista de la derecha el término que corresponde u cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Dispositivo que eleva o reduce el potencial eléctrico. _____
2. Elemento auxiliar para poner en marcha y mantenerenfuncionamientounmotoreléctrico. _____
3. Nombre del flujo de electrones a través de un **conductor.** e.
4. Unidad que mide la cantidad de corriente que fluye a través de un conductor. _____
5. Nombre del camino completo que recorre un flujo de corriente o electrones. _____

a• capacitor

c. transformador

d. circuito

electricidad

Respuestas

1.c 2.a 3.e 4.b 5.d

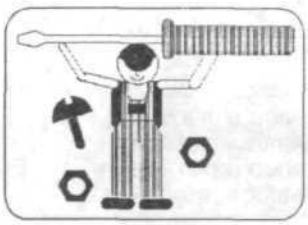
Resumen

Hemos abarcado en esta lección gran variedad de materiales, sobre todo porque el tema de los diagramas de alambrado incluye muy diversas cuestiones. Usamos algunos términos especiales y sus respectivas definiciones fueron incluidas en la lección. Fue necesario que repasáramos algunos conceptos fundamentales de electricidad, porque aplicamos este conocimiento básico para la elaboración de los diversos diagramas de alambrado. En consecuencia, ahora debe usted entender mejor la forma en que funcionan las unidades seleccionadas de refrigeración y aire acondicionado.

Recordamos que la electricidad consiste en el flujo de electrones por un alambre. El alambre suele llamarse conductor y al flujo de electrones se le llama corriente. También definimos la electricidad como el flujo de corriente por un conductor.

Se enteró usted también de que podemos reducir la cantidad de electricidad, utilizando un transformador. Así pudimos usar menos electricidad para nuestros dispositivos de control, como interruptores, termostatos, dispositivos de seguridad basados en la presión y relevadores, para citar sólo unos cuantos.

Ya está usted preparado para el estudio a fondo de los diagramas de alambrado. ¡Felicidades!



Tareas Prácticas

Identificación de los diferentes elementos de una instalación a través de la simbología conocida

Materiales que usted necesitará

- La tabla de símbolos empleados en una instalación

Información previa

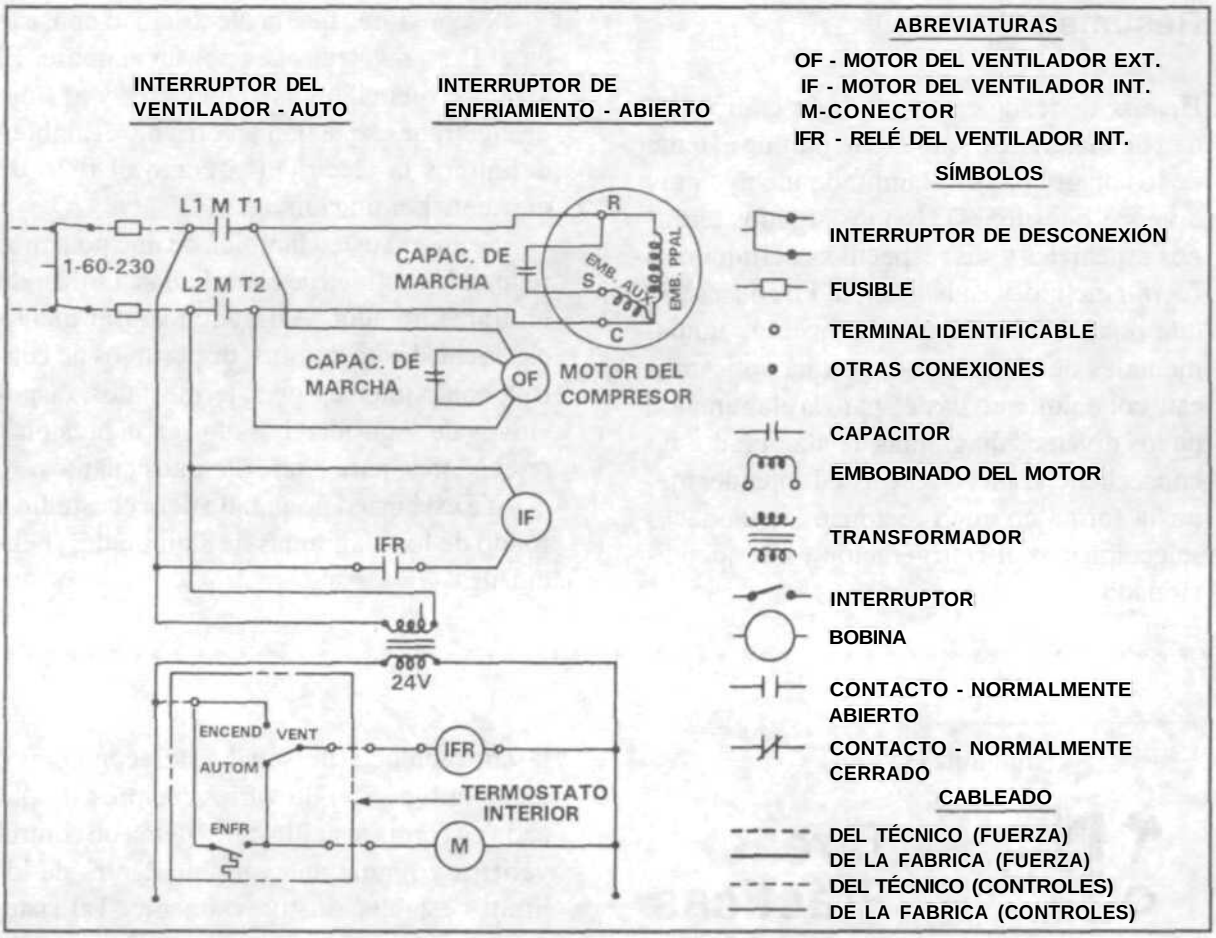
El desarrollo de controles y de sistemas de control ha ido mano a mano, principalmente con el desarrollo de todo el equipo de calefacción y aire acondicionado. Determinados controles han servido para satisfacer la necesidad de mejorar la operación, la seguridad, la conveniencia personal y la economía, o una combinación de varios factores. Explicado en forma sencilla, un sistema de control verifica y regula una variable dentro de los límites establecidos previamente. Tal sistema consiste en dos elementos: (1) el aparato de control; (2) el aparato protegido o regulado.

Los distintos fabricantes utilizan diferentes variaciones en el cableado, pero las funciones son las mismas en todos los sistemas. Con un conocimiento firme de la elaboración y el uso de los diagramas de cableado, usted será capaz de alambrar cualquier producto de la marca que sea.

Ahora pondrá usted en práctica los conocimientos que sobre la simbología ha adquirido en esta lección.

Lo que usted deberá hacer

Identificará cada uno de los elementos componentes de una instalación valiéndose de la simbología conocida.



Procedimiento

Observe cuidadosamente el diagrama que se presenta a continuación, e identifique cada uno de los elementos que lo conforman, valiéndose para ello de su tabla de símbolos aprendidos en esta lección.

Conclusiones

El conocimiento adecuado de la simbología empleada en los diagramas de instalación facilita grandemente el trabajo de un técnico de servicio en refrigeración y aire acondicionado, cuando tiene que realizar una instalación.

...y después, ¿qué sigue?

¿Qué es un alambrado en escalera? ¿Qué pasa cuando el serpentín de exteriores se congela? ¿Qué es un compensador de ambiente? ¿Qué es un diagrama pictórico? ¿Cuáles son las partes básicas de un acondicionador de aire?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. En la industria de la refrigeración y el aire acondicionado normalmente se utilizan tres diferentes tipos de diagramas de alambrado: el de alambrado de instalación, el de alambrado de línea y el diagrama_____de alambrado.

a. práctico
b.técnico
c. esquemático
d. analítico

2. El diagrama esquemático de alambrado le dice al técnico de servicio la forma

a. como se instala la unidad.
b. como se le suministra energía a la unidad.
c. como se repara la unidad.
d. como funciona la unidad.

3. El dispositivo de consumo de carga más importante de un circuito eléctrico es

a. el capacitor.
b. el motor eléctrico.
c. el relevador.
d. el resistor eléctrico.

4. Una de las aplicaciones más frecuente del solenoide es el_____o interruptor eléctrico.

a. relevador
b.capacitor
c. inductor
d. resistor

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES

Calificación

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1 2
3 4
5 6
7 8
9 10

Nombre

Domicilio

Ciudad. Prov. o Estado

Codigo Postal

Teléfono

Clave de Lección L430

5. El relevador de dimensiones mayores a menudo se conoce con el nombre de

a. relevador.
b. contactor.
c. resistor.
d. capacitor.

6. El elemento eléctrico que convierte la energía eléctrica en calor es

a. el capacitor.
b. el inductor.
c. el relevador.
d. el calefactor de resistencia.

7. La mayoría de los interruptores eléctricos que se emplean en el aire acondicionado y la refrigeración son

a. de un polo y dos tiros.
b. de dos polos y un tiro.
c. de un polo y un tiro.
d. de dos polos y dos tiros.

8. Los dispositivos eléctricos de sobrecarga que más se usan son: el dispositivo térmico y el

a. el protector magnético.
b. el dispositivo mecánico.
c. el protector manual.
d. el dispositivo eléctrico.

9. El dispositivo auxiliar eléctrico cuya función es poner en marcha y mantener en funcionamiento a un motor eléctrico es

a. el relevador.
b. el inductor.
c. el capacitor.
d. el resistor térmico.

10. Para que la corriente eléctrica pueda fluir a través de un circuito es necesario que en éste existan tres condiciones: potencial, camino y

a. potencia.
b. inductancia.
c. capacitancia.
d. carga.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

SISTEMAS DE
Refrigeración
YAIRE
ACONDICIONADO

CONTENIDO

Introducción 3

1. Definiciones y descripciones 3
2. Diagrama de alambrado de un circuito práctico 3
3. Elaboración de un diagrama de alambrado en escalera 8
4. Símbolos y leyendas de diagramas 14
5. Diagramas pictóricos y de línea 14
6. Diagrama esquemático de un circuito de control de bajo voltaje 17
7. Diagramas de refrigeradores 20
8. Diagramas de acondicionadores de aire 23
9. Resumen 25
10. Tareas prácticas 25
11. Examen., ... 27

Símbolos y diagramas eléctricos
(Segunda parte)

L431 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Diagrama de alambrado de un circuito práctico, 3

Elaboración de un diagrama de alambrado en escalera, 8

Símbolos y leyendas de diagramas, **14**

Diagramas pictóricos y de línea, 14

Diagrama esquemático de un circuito de control de bajo voltaje, 17

Diagramas de refrigeradores, 20
    Otro refrigerador, 22

Diagramas de acondicionadores de aire, 23

Resumen, 25

Tareas prácticas:
    Lectura e interpretación de un diagrama de cableado básico, 25

Examen, 27

Introducción

En la lección anterior nos hemos dedicado a estudiar los circuitos eléctricos, así como las diferentes aplicaciones de éstos; pero ahora, en esta lección, estudiaremos sobre todo la aplicación específica de los diagramas eléctricos dentro de la industria de la refrigeración y el aire acondicionado. Los diagramas eléctricos constituyen una herramienta bastante útil en el trabajo del técnico de servicio, cuando tiene que atender llamadas para atender equipos domésticos, comerciales e industriales.

Aunque el trabajo básico del técnico de servicio no es precisamente hacer reparaciones eléctricas, ya que esto es un área de competencia del electricista, sí es conveniente que usted conozca la forma de interpretar un circuito eléctrico. Esto le ayudará a diagnosticar la falla del sistema para el cual haya usted recibido el llamado.

En esta lección haremos una incursión en el campo de .los circuitos eléctricos que se usan en la industria de la refrigeración y el aire acondicionado. También estudiaremos los símbolos que nos permiten interpretar estos circuitos.

Como cada una de las lecciones que conforman este curso, ésta también contiene información vital para su trabajo. Le sugerimos por ello que la estudie con el mayor cuidado posible y que, si algo no le ha quedado claro, no dude en volver a leer el concepto hasta que su duda haya quedado completamente aclarada.

Definiciones y descripciones

A continuación le estamos facilitando una breve lista de términos y conceptos que necesitará para estudiar esta lección. Algunos le resultarán conocidos, pero otros no. No vacile en consultarla cuantas veces lo estime necesario.

ALAMBRE CALIENTE O LINEA *(hot wire).* En un circuito eléctrico, es el alambre que tiene un potencial de voltaje con respecto a otra fuente eléctrica o con respecto a tierra.

CALOR ELÉCTRICO *(electric heat).* El calor eléctrico puede producirse por medio de energía eléctrica, utilizando una resistencia.

CIRCUITO ABIERTO *(open circuit).* El circuito abierto es un camino o circuito eléctrico que ha sido interrumpido, por lo cual se ha detenido el flujo de electricidad.

CONTROL AUTOMÁTICO *(automatic control).* Son los controles que reaccionan ante un cambio de las condiciones de la operación a fin de que la situación se estabilice.

CONTROL DE MOTOR POR PRESIÓN *(pressure motor control).* Este es un dispositivo que abre y cierra un circuito eléctrico según cambie la presión.

CORRIENTE ELÉCTRICA *(electrical current).* La corriente eléctrica consiste en electrones que fluyen por un conductor.

FUELLE *(bellows).* Es un dispositivo parecido a un acordeón, que se extiende o se contrae cuando cambia la presión interna.

INTERRUPTOR DE PRESIÓN *(pressure switch).* Es un interruptor accionado por la elevación o el descenso de la presión.

MOTOR ELÉCTRICO *(electric motor).* Un motor eléctrico es una máquina giratoria que convierte la energía eléctrica en energía mecánica.

RELEVADOR *(relay).* El relevador es un mecanismo electromagnético activado por una pequeña corriente eléctrica que fluye en un circuito dé control.

Diagrama de alambrado de un circuito práctico

En la lección anterior comenzamos a estudiar de manera muy general los diagramas del

circuito eléctrico práctico. Veamos ahora la ilustración de un circuito práctico. En la Figura 31-1 (A) tenemos una fuente de potencial, un camino para que fluyan los electrones y una carga. La batería tiene dos terminales. Una de ellas es la fuente de electrones. En otras palabras, posee el potencial necesario para crear un flujo de electrones; o sea, una corriente eléctrica. El alambre que conecta las dos terminales de la batería es el camino por el cual fluirán los electrones. El dispositivo de carga es una lámpara eléctrica, que convertirá el flujo de electrones en trabajo útil.

La Figura 31-1 (B) muestra el circuito completo, con los electrones fluyendo y la lámpara encendida. En la Figura 31-1 (C), hemos insertado en el circuito un interruptor o dispositivo de control y hemos abierto

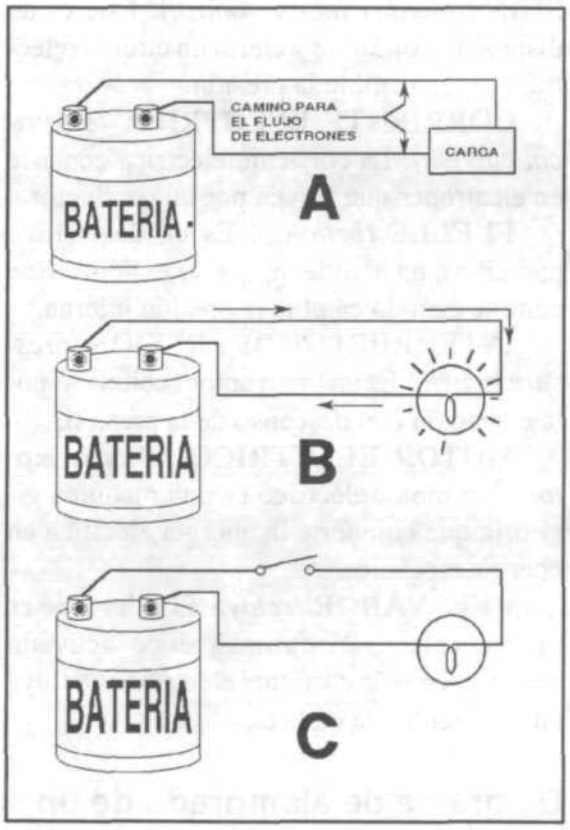


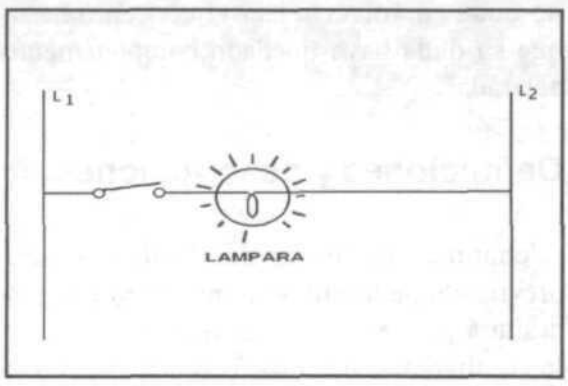
Fig. 31-1. Un circuito práctico. El circuito con todos los requisitos *(A).* Circuito con carga *(B).* Circuito incompleto con el interruptor abierto *(C).*

dicho interruptor. Como no hay un camino por el que fluyan los electrones, éstos han dejado de moverse y la lámpara se ha apagado. Aquí se han mostrado tres de los requisitos necesarios para que exista un circuito eléctrico: un potencial, un camino y una resistencia para controlar el flujo.

Todos los circuitos eléctricos se elaboran tomando como base cuatro requisitos. El diagrama esquemático de alambrado ilustra en el papel los símbolos y la representación de línea, en una forma que permite una identificación instantánea de los cuatro requisitos.

En la Figura 31-2, el diagrama esquemático de alambrado muestra una línea vertical en el lado izquierdo. Esta línea ha sido rotulada como L1. Generalmente L1 se considera como la fuente. Todos los puntos que se encuentran en esta línea tienen un excedente de electrones. Al otro lado del diagrama, aparece una línea que representa una escasez de electrones. Esta línea se designa como L2. Tenemos un flujo potencial entre esos dos alambres o líneas. En otras palabras, si se crea un camino entre los dos alambres, fluirá corriente. Si insertamos una carga en ese camino, dicha carga funcionará.

Examinemos ahora nuevamente la Figura 31-2 y veremos los cuatro requisitos: una fuente de electrones, un control del flujo de electrones, un camino para que éstos fluyan y, por último, una carga para aprovechar ese flujo.



Fíg. 31-2. Diagrama esquemático de línea con una carga.

Se puede colocar más de una carga entre las líneas, tal como se muestra en la Figura 31-3. Un hecho importante que conviene observar es que cada carga se localiza en un circuito diferente. En raras ocasiones encon-

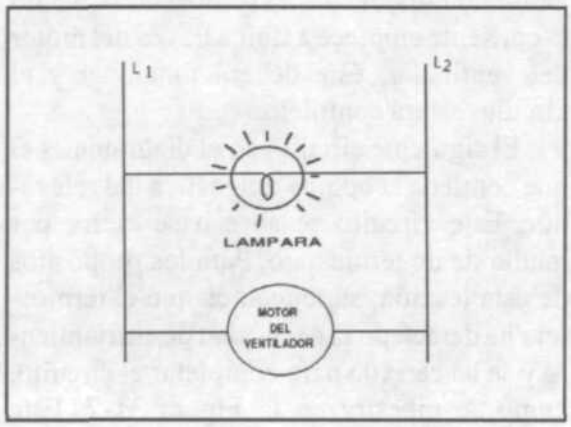
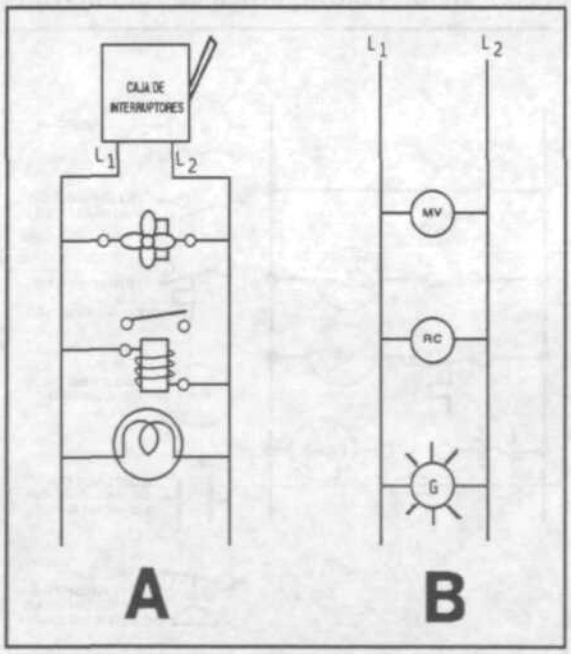


Fig. 31-3. Hay más de una carga entre las líneas L1 y L2.

trará usted más de una carga en un mismo circuito.

El dibujo pictórico de la Figura 31-4 (A) muestra unas cuantas cargas típicas, un pequeño motor de ventilador, una bobina de relevador y un compresor. ¿Recuerda lo que

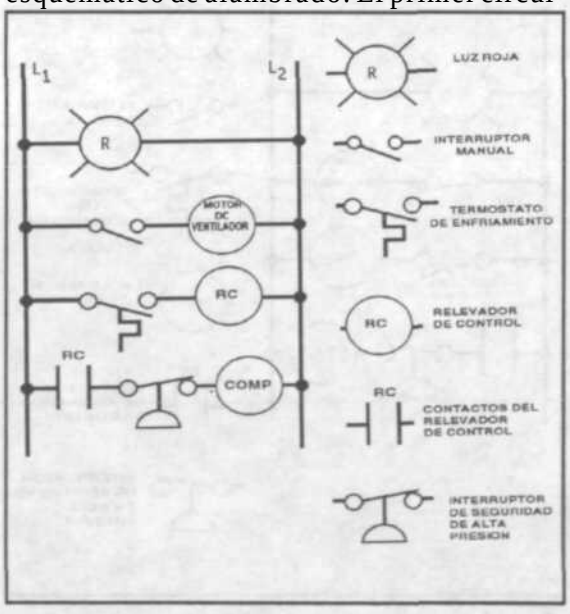


Fíg. 31-4. Dos diagramas mostrando tres cargas entre las líneas L1 y L2. Pictórico *(A).* Esquemático (5).

dijimos acerca de las cargas? Las cargas son dispositivos consumidores de corriente. En la Figura 31-4 (B), aparecen esquemáticamente esos mismos circuitos. Vemos que los dispositivos eléctricos de carga contenidos en esta unidad se encuentran colocados entre las líneas L1 y L2, y que los circuitos están completos, desde un lado hasta el otro.

Consideremos las cargas que aparecen en la Figura 31-4 y agreguemos algunos dispositivos de control. Añadamos primero un interruptor, conectado en serie con el motor del ventilador. A continuación, incluyamos un termostato, también conectado en serie con el relevador de control. Finalmente, agreguemos contactos de relevador de control, conectados en serie con un interruptor de seguridad de alta presión, y conectemos ambos en serie con el compresor. Otro concepto que debemos recordar es que un circuito sólo puede contener una carga, pero puede tener todos los interruptores necesarios para controlar dicha carga. Observe también que se ha incluido una leyenda.

En la Figura 31-5, tenemos el ejemplo de un sencillo diagrama de un circuito, que ilustra bastante bien el principio del diagrama esquemático de alambrado. El primer circui-



Fíg. 31-5. Diagrama de un circuito sencillo, con el interruptor manual abierto.

to contiene una lámpara encendida, que indica la presencia de potencial. Esto significa que las demás cargas funcionarían si sus respectivos circuitos se cerraran.

El segundo circuito contiene el motor de un ventilador, con un interruptor manual conectado en serie con él. Este interruptor manual es el control primario u operante. El tercer circuito contiene una carga, consistente en la bobina de un relevador con un termostato conectado en serie. El termostato es el control operante. En el último circuito, la carga es el motor del compresor y, conectados en serie con el compresor, hay un interruptor de alta presión que constituye un control de seguridad, además de una serie de contactos de relevador que representa el control operante. Podrá usted ver cómo se identifican los símbolos con sus correspondientes leyendas.

Veamos otra vez la Figura 31-5. Puesto que la lámpara está encendida, sabemos que hay un voltaje o potencial disponible. Si el voltaje o potencial está disponible, puede lograrse que la corriente fluya y las tres cargas restantes estarán en condiciones de operar.

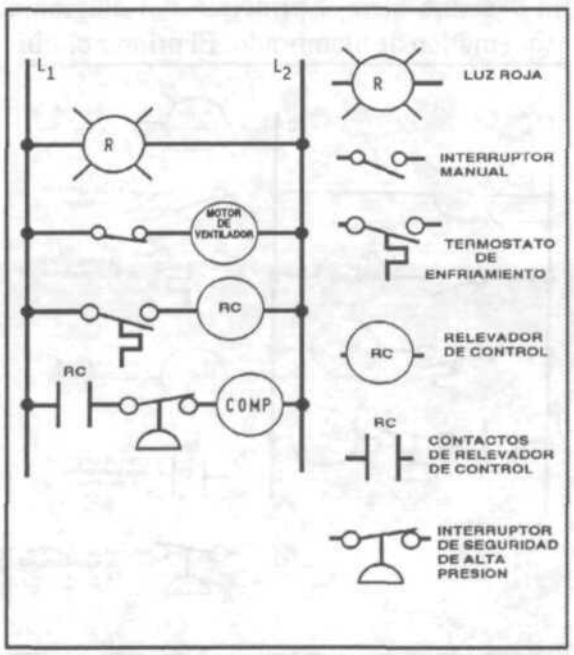


Fig. 31-6. Diagrama esquemático mostrando cerrado el interruptor del motor del ventilador.

Pasemos ahora al segundo circuito. Si cerramos el interruptor manual, estaremos en la situación que se muestra en la Figura 31-6. Vemos que esto completa el camino entre L1 y L2, y permite que fluyan por el motor del ventilador los electrones o corriente. Cuando la corriente empiece a fluir a través del motor del ventilador, éste deberá funcionar y el circuito estará completo.

El siguiente circuito en el diagrama es el que contiene la bobina magnética del relevador. Este circuito se abre o se cierra por medio de un termostato. Para los propósitos de esta lección, supongamos que el termostato ha detectado la necesidad de enfriamiento y se ha cerrado para completar el circuito, como se muestra en la Figura 31-7. Este hecho significa que todos los interruptores que están controlados por ese relevador cambiarán de posición. Esto sucede siempre que se activa un relevador.

Observe el circuito que está debajo del circuito correspondiente a la bobina del relevador. Tiene un interruptor, que está identificado con las mismas letras que la bobina del relevador. Esto significa que el interrup-

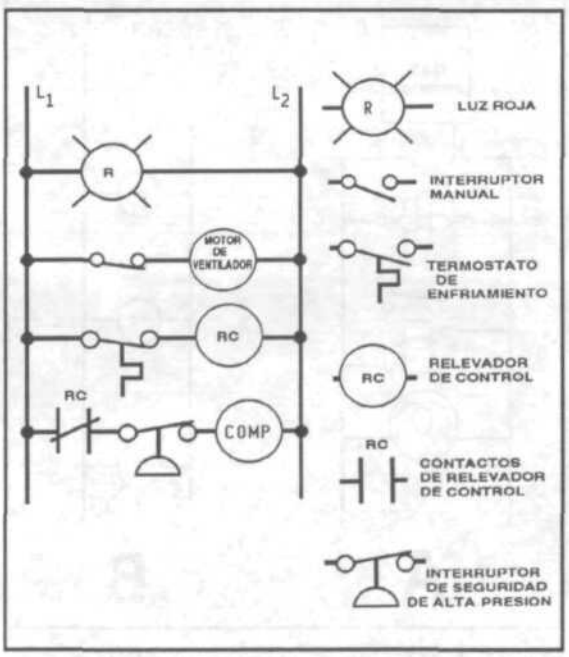


Fig. 31-7. Diagrama esquemático mostrando todos los interruptores de control cerrados.

tor forma parte del relevador. El interruptor del circuito que aparece en la parte inferior se muestra como normalmente abierto (N.A.). Esto significa que, cuando no fluye corriente por la bobina del relevador, el interruptor permanece en la posición de abierto. Cuando la corriente fluye por la bobina, ésta se magnetiza y mueve el mecanismo interruptor, con lo cual todos sus interruptores cambian de posición.

Examinemos la Figura 31-7. El diagrama esquemático nos indica que el interruptor manual del motor del ventilador fue puesto en posición de encendido. A continuación, el termostato se cerró y la bobina del relevador quedó activada. El interruptor del circuito del motor del compresor se cierra y el control de alta presión sigue estando normalmente cerrado (N.C.). El circuito se completó hasta el motor del compresor y éste empezó a funcionar. Recuerde que el control de alta presión es un interruptor de seguridad. Permanecerá normalmente cerrado, a menos que un desperfecto del ciclo del refrigerador provoque algún exceso de presión.

Aquí debemos presentar dos términos que empleamos con frecuencia. A menudo necesitamos referirnos a una terminal específica, de un interruptor que tiene dos terminales. Puesto que no hay forma de diferenciar las terminales, en los elementos que tienen dos de dichas terminales, identificamos cada una de ellas refiriéndonos al alambre al cual se conecta. El alambre de la izquierda, es decir, la fuente de electricidad, se conoce como la línea "caliente" o, a veces, como el lado de línea. El alambre de la derecha es el lado de carga. Al emplear estos términos, es fácil referirse a la terminal del interruptor como la terminal del lado de línea, o bien, la terminal del lado de carga. Con este sistema, se puede señalar con palabras, en forma precisa, cuál es la ubicación de conexiones flojas o deficientes.

Es conveniente conectar directamente al lado de carga uno de los lados de una carga eléctrica, y colocar todos los interruptores eléctricos entre la carga eléctrica y la línea. Esto significa que la carga eléctrica se desconecta del potencial cuando cualquiera de los interruptores se abre. De esta manera se consigue que dicha carga no sea peligrosa (consulte la Figura 31-8 (A).

Si el interruptor estuviera en el lado de carga de la carga eléctrica, la electricidad seguiría estando disponible en la carga cuando el interruptor estuviera abierto, como en la Figura 31-8 (B). Una persona que tuviera contacto con tierra y tocara esa carga, podría hacer las veces de carga y recibiría un choque eléctrico.

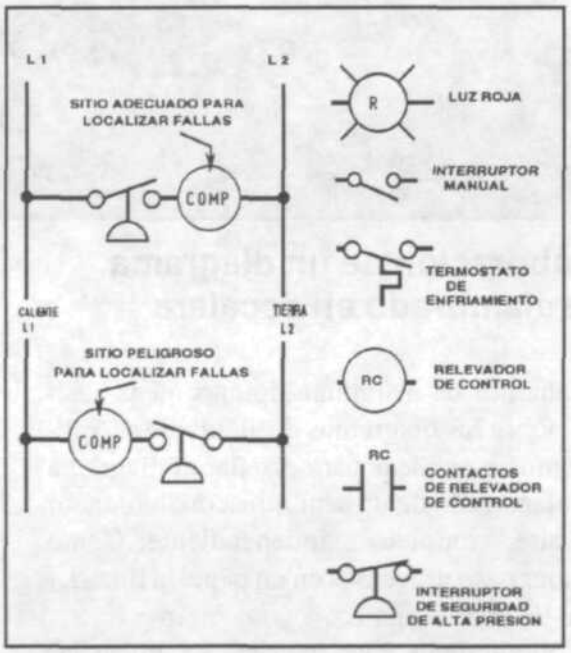
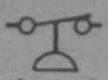
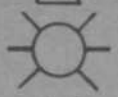


Fig. 31-8. Circuitos seguros e inseguros. Interruptor conectado correctamente (A). Interruptor conectado incorrectamente *(B).*

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el nombre que corresponda a cada uno de los diagramas de la izquierda. Luego, anote en ¡as líneas del centro el número que identifica el diagrama elegido.

1.
2.
3. 
4. 
5.

_____ a. relevador de control
_____ b. control de relevador de contactores
_____ c. luz roja
_____ d. interruptor manual
_____ e. interruptor de seguridad de alta presión

Respuestas

1. d 2. a 3. e 4. c 5. b

Elaboración de un diagrama de alambrado en escalera

Acabamos de examinar algunas ideas básicas sobre los diagramas de alambrado. Apliquemos esas ideas para diseñar el diagrama de alambrado de un sencillo acondicionador de aire, completo e independiente. Como primer paso, tracemos en un papel la línea L1 y la línea de carga L2.

El siguiente paso consiste en ubicar las cargas eléctricas entre esas dos líneas. Usando como ejemplo una unidad de paquete típica, de tamaño pequeño, podemos encontrar en ella el motor del ventilador de un evaporador, el motor de un compresor y la bobina solenoide de un contactor. En la operación normal de esta unidad puede haber muchos dispositivos eléctricos, pero comencemos con estos tres auténticos dispositivos consumidores de corriente. Todo lo demás son interruptores para poner en marcha y detener la operación de la unidad según se requiera. Estos elementos de carga se colocan entre las dos líneas eléctricas, como se indica en la Figura 31-9 (A).

El paso siguiente consiste en establecer el camino de la corriente a través de cada carga. Los caminos eléctricos básicos se dibujan como se muestra en la Figura 31-9 (B). Ahora los circuitos eléctricos están completos a través de todas las cargas, y todas éstas deben estar funcionando. Es posible llegar de L1 a L2, pasando por cada una de las cargas ilustradas. Siga usted la trayectoria de cada circuito, pasando a través de cada carga, a fin de asegurarse de que ha comprendido este conjunto básico de circuitos.

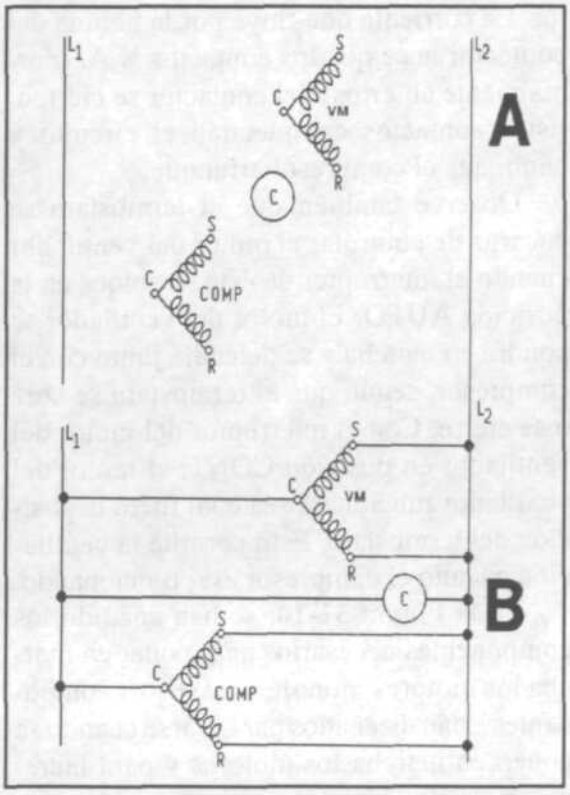


Fig. 31-9. Conjunto de circuitos básicos. Tres cargas no conectadas (A). Tres cargas conectadas (B).

Ahora ya estamos listos para agregar los interruptores de control. El primer circuito que controlaremos es el del motor del ventilador. Dicho motor será controlado de manera que pueda funcionar continuamente en cualquier momento, cuando se le suministre energía eléctrica, o automáticamente cuando toda la unidad esté funcionando. Para lograr esto, conectaremos un interruptor de ventilador, con una posición continua y una automática, en serie con el motor del ventilador. Cuando el interruptor se coloque en la posición continua, como se ilustra en la Figura 31-10, el motor del ventilador funcionará siempre que el suministro de energía exista. Veremos un poco más adelante la operación automática.

A causa del tamaño del compresor incluido en esta unidad, se utiliza un contactor para abrir y cerrar el circuito eléctrico que le suministra energía al compresor. Este contactor requiere una bobina magnética, que es la siguiente carga que deberá controlarse en el diagrama de alambrado (consulte la Figura 31-11).

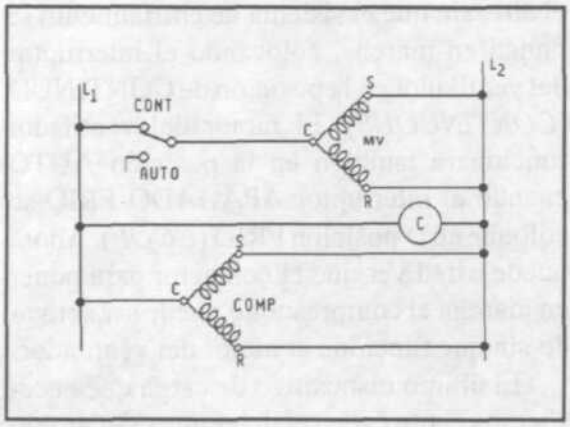


Fig. 31-10. Interruptor conectado con el motor del ventilador.

Deseamos tener la posibilidad de encender y apagar esta unidad según se requiera. Para lograrlo, coloquemos un interruptor manual en el circuito que va a la bobina del contactor magnético. Ahora tenemos un interruptor APAGADO-FRÍO *(OFF-COOL)*, conectado en serie con la bobina del contactor.

Observe que también hemos agregado una conexión a la parte AUTO del interruptor CONT-AUTO. Ahora el circuito de control es capaz de operar con versatilidad. El motor del ventilador puede hacer que circule

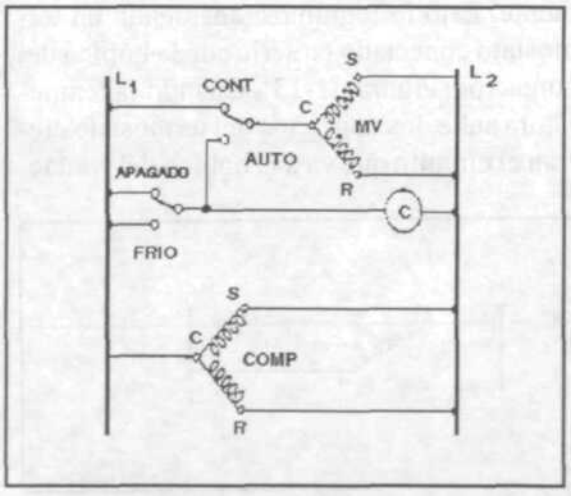


Fig. 31-11. Se agrega un interruptor APAGADO-FRÍO *(OFF-COOL)*.

el aire, sin que el sistema de enfriamiento se ponga en marcha, colocando el interruptor del ventilador en la posición de CONTINUO *(CONTINUÓUS)*. El motor del ventilador funcionará también en la posición AUTO cuando el interruptor APAGADO-FRÍO se coloque en la posición FRIÓ *(COOL)*. Ahora puede usted ver que el contactor para poner en marcha el compresor no puede ser activado sin que funcione el motor del ventilador.

El último dispositivo de carga que necesitamos controlar en el diagrama es el propio compresor. Para simplificar las cosas, supongamos que el compresor funciona con la misma fuente de energía eléctrica que el ventilador. El interruptor adicional (Figura 31-12) que controla el circuito que va al compresor es accionado por la bobina del contactor. Este interruptor está a la izquierda del símbolo del compresor.

Observe que el interruptor y la bobina se designan con la misma letra. El interruptor aparece en la posición N.A. (normalmente abierto), lo cual significa que cuando la bobina es activada, el interruptor se coloca en la posición de cerrado. Cuando el interruptor se cierra, el compresor se pone en marcha.

Para que sea completamente funcional, el acondicionador de aire debe ser capaz de ponerse en marcha y detenerse automáticamente. Esto lo logramos, añadiendo un termostato conectado en serie con la bobina del contactor (Figura 31-13). Cuando la temperatura sube, los contactos del termostato cierran el circuito que va a la bobina del contactor. La corriente que fluye por la bobina del contactor hace que los contactos N.A. (normalmente abiertos) del contactor se cierren. Estos contactos completarán el circuito y harán que el compresor arranque.

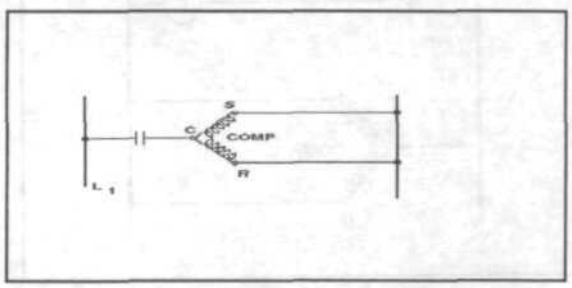


Fig. 31-12. Se añade un interruptor para controlar el compresor.

Observe también que el termostato se encarga de controlar el motor del ventilador cuando el interruptor de éste se coloca en la posición AUTO. El motor del ventilador se pondrá en marcha y se detendrá junto con el compresor, según que el termostato se abra o se cierre. Con el interruptor del motor del ventilador en posición CONT, el motor del ventilador funcionará sea cual fuere la posición del termostato. Esto permite la ventilación cuando el compresor está funcionando.

En la Figura 31-14, se han añadido los componentes necesarios para poner en marcha los motores monofásicos. Estos componentes están diseñados para usarse cuando se ponen en marcha los motores y para incrementar la eficiencia de los motores eléctricos durante su operación. No tienen control alguno sobre el instante cuando debe empezar a funcionar el motor, sino solamente sobre la forma en que éste se pone en marcha. Un segundo conjunto de interruptores de contac-

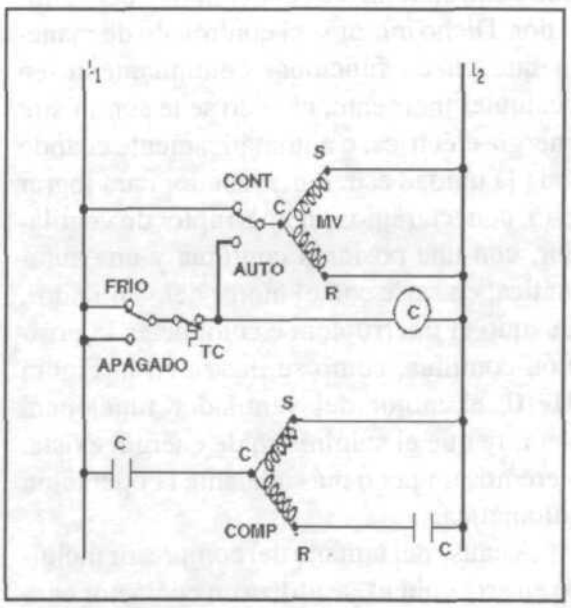


Fig. 31-13. Unidad completa y funcional de aire acondicionado.

tor N.A. (normalmente abiertos) se ha añadido también al motor del compresor. Los componentes de arranque son: una bobina de relevador, un conjunto de contactos N.C. (normalmente cerrados), un capacitor de marcha para cada motor y un capacitor de arranque. Recuerde que estos dispositivos no afectan de ningún modo la operación de control que acabamos de describir.

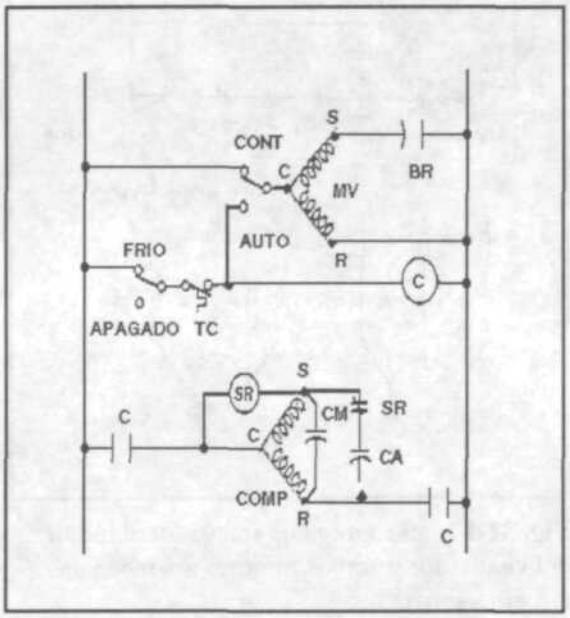


Fig. 31-14. Se añaden dispositivos de arranque y de marcha del motor eléctrico.

En la Figura 31-15 se han agregado controles de seguridad. A cada motor se han añadido los dispositivos protectores de la temperatura interna, K. Una sobrecarga externa, SC1, ha sido agregada para proteger el compresor. La sección de calefactor de este protector de sobrecarga está conectada en serie con los circuitos internos del compresor. El interruptor N.C. (normalmente cerrado) accionado por el calefactor, se conecta en serie con la bobina del contactor. Si el motor se sobrecarga, el exceso de corriente que pasa a través de la sección de calentamiento obligará a los contactos N.C. (normalmente cerrado) a abrirse. El circuito de la bobina del contactor se corta y el interruptor del contactor se abre, con lo cual se detiene el motor sobrecargado. Un interruptor de alta presión, AP, ha sido añadido en serie con la bobina del contactor. Si la presión del refrigerante llega a ser excesiva, el contactor deja de recibir energía.

Observe que el motor del ventilador seguirá funcionando, para tratar de reducir la situación de presión excesiva. Ahora la Figura 31-15 representa una pequeña unidad completa, enfriada con aire.

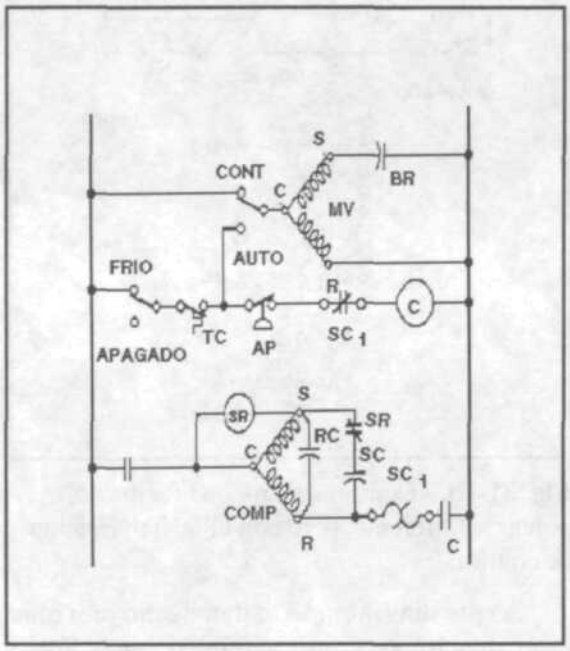


Fig. 31-15. Se agregan dispositivos de control de seguridad.

Frecuentemente se introducen variantes en este diagrama esquemático, pero no afectan en modo alguno el funcionamiento. La Figura 31-16 muestra exactamente la misma unidad que la Figura 31-15, pero se han agregado una fuente independiente de energía, para el compresor, y dos dispositivos adicionales de sobrecarga, SC2 y SC3. Los dos diagramas se han relacionado entre sí, mediante el uso de la mismas letras para las designaciones. La bobina del contactor está rotulada con la "C" y puede localizarse en la parte superior del diagrama. Los interruptores controlados por esa bobina se identifican también con la letra "C". Pueden encontrarse en la parte inferior del diagrama. Aunque los

diagramas no están unidos entre sí con líneas, están relacionados por medio de las letras empleadas en las designaciones. Esta presentación es muy común, sobre todo en unidades grandes.

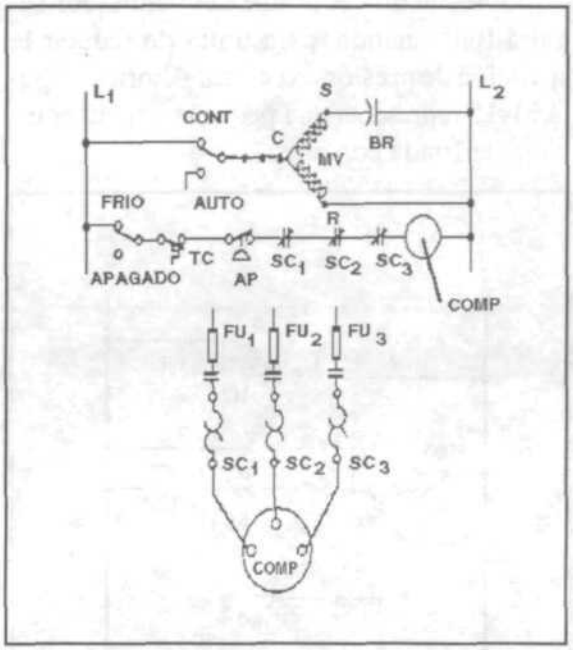


Fig. 31-16. Compresor con una fuente de potencial diferente, pero con el mismo sistema de control.

A este diagrama se le han hecho aún más modificaciones, como se muestra en la Figura 31-17. Se ha añadido un relevador del ventilador, RV, para controlar el motor de dicho ventilador, y los dos motores se muestran en circuitos separados, en lugar de incluirlos en un solo circuito, como en el caso anterior. Una vez más, los diagramas están relacionados entre sí porque se ha empleado el mismo sistema de letras para las designaciones. El relevador del ventilador "RV" controla los interruptores marcados "RV", que ponen en marcha y detienen el motor del ventilador. El contactor "C" y sus interruptores se usan para arrancar y detener el motor del compresor.

No ha habido cambios en la operación básica de la unidad. Lo único que ha cambiado es el método por el cual se realiza dicha operación. El interruptor AUTO del ventilador sigue sirviendo para poner en marcha y detener el motor de dicho ventilador, y el termostato sigue siendo el interruptor básico de control para el compresor.

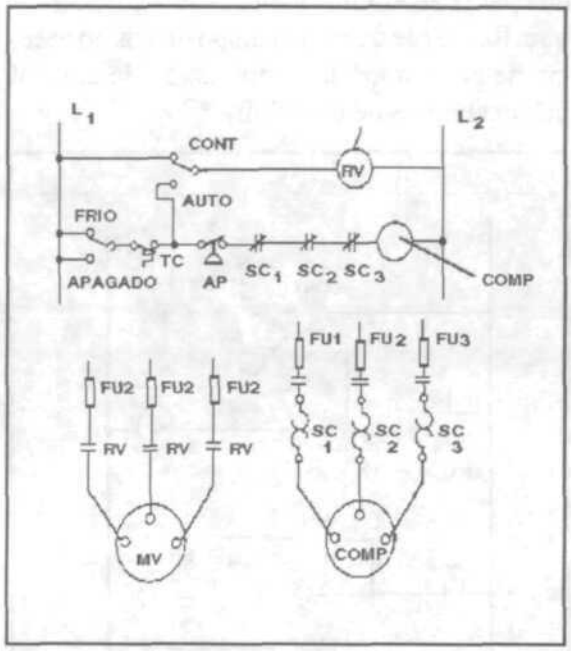


Fig. 31-17. Se agrega un relevador al motor del ventilador y ambos motores aparecen en circuitos separados.

En la Figura 31-17 se muestra un cambio en el alambrado que no producirá efecto alguno en la operación de la unidad. Se ha añadido un transformador para reducir el potencial en el circuito. Esta disposición del alambrado es excelente cuando el termostato va a instalarse a gran distancia de la unidad de aire acondicionado. Por el hecho de usar bajo voltaje en el circuito de control, se ha suprimido el factor de peligro. El costo que implicaría el uso de alambre más grueso, desde el contactor de la unidad hasta el termostato, se ha reducido considerablemente.

La terminales de bajo voltaje del transformador pueden considerarse como las líneas L1 y L2 del circuito de control. Un circuito entre L1 y L2 provocará que la corriente fluya. El potencial necesario para realizar el trabajo es mucho menor y, en con-

secuencia, las cargas colocadas entre las líneas de bajo voltaje serán pequeñas. Estas consisten normalmente en bobinas de relevadores y contactores.

En la Figura 31-17 observará usted que la bobina del relevador del ventilador y la bobina del contactor son las cargas conectadas al potencial de 24 volts del transformador. En esta disposición hay muchas variaciones posibles. Puede usarse un pequeño relevador de bajo voltaje para cerrar un interruptor en el circuito de una bobina de contactor grande. Este, a su vez, cierra los interruptores del contactor en el circuito de suministro de energía de un compresor todavía mayor. Independientemente del número de circuitos que haya, los principios básicos no cambian jamás. Lo único que cambia es el número de circuitos y dispositivos, y el tamaño de los componentes.

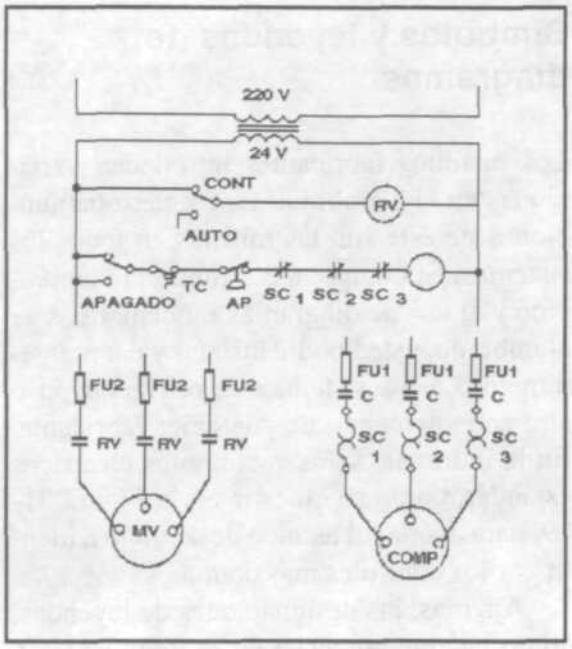


Fig. 31-18. Se añade un transformador para suministrar bajo voltaje a los dispositivos de control.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Para construir un diagrama de alambrado en escalera, el prirner piso es trazar ¡as líneas L1 y L2 y el segundo paso es ubicar las_____eléctricas.
2. En un diagrama de alambrado en escalera, el motor funcionará en la posición_____ cuando el interruptor APAGADO-FRÍO (OFF-COOL) se coloque en la posición FRIÓ (COOL).
3. En un diagrama de alambrado en escalera el termostato se encarga de controlar el motor del ventilador cuando el interruptor se coloca en la posición_____.
4. Un interruptor de alta presión, AP, se conecta en_____con la bobina del contactor, de tal manera que si la presión del refrigerante llega a ser muy elevada, el contactor deja de recibir energía.
5. En un diagrama de alambrado en escalera, el_____del ventilador "RV" controla los interruptores marcados "RV", que ponen en marcha y detienen el motor del ventilador.

Respuestas

1. cargas 2. auto 3. auto 4. serie 5. relevador

Símbolos y leyendas de diagramas

Los distintos fabricantes introducen variaciones en el alambrado físico, pero las funciones de éste son las mismas en todos los sistemas. Si comprende a fondo la elaboración y el uso de diagramas esquemáticos de alambrado, usted podrá instalar y dar mantenimiento a los sistemas de refrigeración o aire acondicionado de cualquier fabricante. En la industria, se usan símbolos eléctricos estándar, como se muestra en la Figura 31-19, para ayudar al técnico de servicio a identificar los controles más comunes.

Además, las designaciones de leyendas, como las que aparecen en la Figura 31-20, están relacionadas alfabéticamente con los dispositivos que representan. Por ejemplo, R es un relevador general, mientras que RE es un relevador de enfriamiento. Las leyendas pueden variar según cada diagrama de alambrado en particular o los métodos de rotulación del fabricante.

Estudie con cuidado los símbolos y las designaciones de las leyendas. Todos son muy importantes para que usted pueda entender la construcción y las funciones de las unidades de refrigeración o aire acondicionado.

Diagramas pictóricos y de línea

Para que el técnico de servicio pueda trabajar, necesita tener una clara imagen mental o un buen diagrama del circuito. Junto con el equipo se proporcionan dos tipos diferentes de diagramas: el diagrama pictórico y el diagrama de línea. Algunos equipos sólo tienen un diagrama.

El diagrama pictórico se usa para localizar los diferentes componentes del circuito. Obsérvela Figura 31-21(B). En ella se ilustra el ejemplo de un horno de gas con placa de circuitos impresos, que incluye un purificador electrónico de aire, un mecanismo de retardo, encendido electrónico con luz piloto y un motor de humedecedor de respiradero. Aunque no es un ejemplo de refrigeración, sirve para el caso.

El diagrama tiene la misma disposición que vería usted en el equipo, al abrir la puerta del panel. Por ejemplo, en el diagrama se ilustra el transformador de control en la parte superior del panel de control cuando la puerta está abierta. Esto es muy útil cuando uno no conoce el aspecto de algún componente en particular. Es conveniente que usted estudie el diagrama hasta que localice el control correspondiente. Después podrá localizarlo en su lugar correspondiente, en el panel de control.

El diagrama muestra también el color de los alambres, como una identificación adicional de los componentes. Con el mismo propósito, se reproduce el contorno general de cada componente. En este diagrama, el transformador aparece arriba, con cuatro alambres prominentes que llegan hasta él. En la imagen real, el transformador está desplazado hacia un lado, con los cuatro alambres prominentes que entran en él.

Por otra parte, el diagrama más fácil de usar, para seguir los detalles del circuito, es el diagrama de línea, que a veces se conoce como diagrama en escalera. Consulte la Figura 31-21 (A). En condiciones normales, basta estudiar un poco este diagrama, para percibir con toda claridad cuál es la función del circuito. Todos los dispositivos consumidores de energía eléctrica se localizan entre las líneas. La mayoría de los fabricantes procuran colocar en el extremo derecho del diagrama una línea común, que comparten todos los dispositivos consumidores de energía eléctrica allí representados. Normalmente, en el lado derecho del diagrama no aparecen interruptores. Esto puede facilitar la localización de averías en el circuito.

Observe que es necesario separar los componentes para poder ilustrarlos de acuerdo con el estilo característico del diagrama de

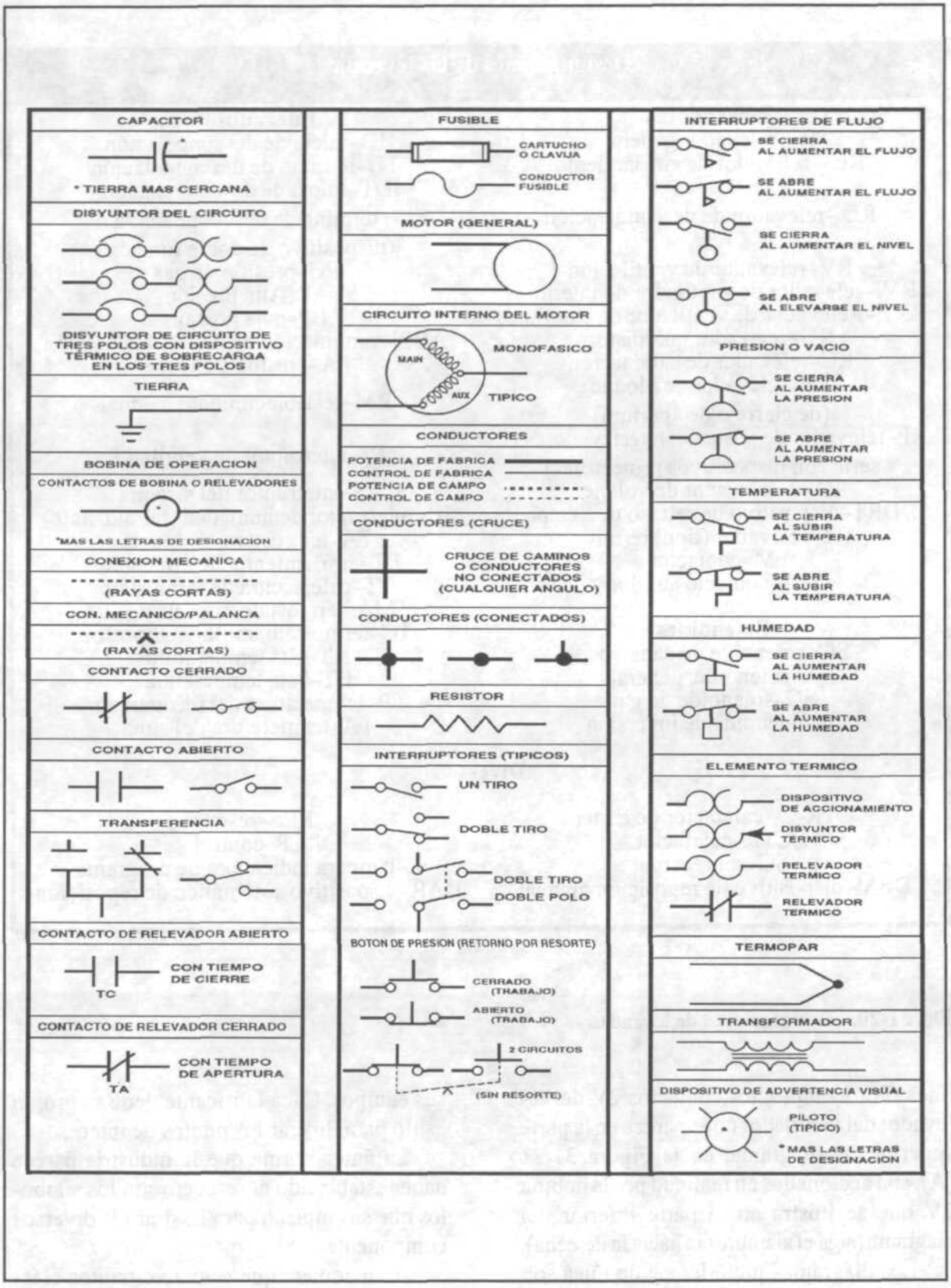


Fig. 31-19. Símbolos eléctricos.

Designaciones de las leyendas

Relevadores

R - relevador general
RE - relevador de enfriamiento
RD -relevador de descongelación
RV-relevador de ventilación
RVI-relevador de ventilador de interiores
RVE-Relevador de ventilador de exteriores
RG-relevador guardistor
RC-relevador de calefacción
RB-relevador de bloque (de cierre o de apertura)
RP-relevador de protección (relevadores en serie con dispositivos protectores)
RVO-relevador de voltaje
DRT-dispositivo de retraso de tiempo
RT-relevador (tipo) térmico
M-contactor
MA-contacto auxiliar

Solenoides

SC- solenoíde de capacidad
S-solenoide, general
SG-solenoide de gas
Sl-solenoide de inversión

Interruptores

ID-inicio de descongelación
TD-término de descongelación
IDT-Inicio de descongelación-término de descongelación (dispositivo de doble función)
PG-presión de gas
AP-Alta presión
BP-baja presión
ABP-combinación de alta y baja presión
PA-presión de aceite
RM-restablecimiento manual
IV-interruptor de ventilador
IS-interruptor del sistema
IH-interruptor de humedad (humidistato)
TA-termostato, ambiente
ET-enfriamiento de termostato
CT-calefacción de termostato
TMA-termostato, mezcla de aire
TC-termostato, motor compresor
AT-alta temperatura
BT-baja temperatura
TR-temperatura del refrigerante
TA-temperatura del agua

Diversos

CTR-C- calefactor de cárter
CTR-calefactor
SC-sobrecarga
DRM-dispositivo de reposición manual
RES-resistor
CP-control
L-lámpara indicadora de programa
DAR-dispositivo automático de reposición

Fig. 31-20. Designaciones de leyendas.

línea. Por ejemplo, los contactos 2V del relevador del ventilador que aparece en la parte superior del diagrama, en la Figura 31-21 (A), son accionados en realidad por la bobina 2V que se ilustra en la parte inferior del diagrama (siga el alambre Gc hacia la derecha).

Los diagramas pictóricos y de linea son un ejemplo de la forma en que la mayoría de los fabricantes representan el alambrado de sus equipos. Cada fabricante tiene su propio estilo para ilustrar los puntos de interés.

La única norma que la industria parece haber establecido al respecto son los símbolos que se emplean para ilustrar los diversos componentes.

A cualquiera que estudie circuitos eléctricos le conviene usar primero lápices de colores para marcar cada circuito. Una per-

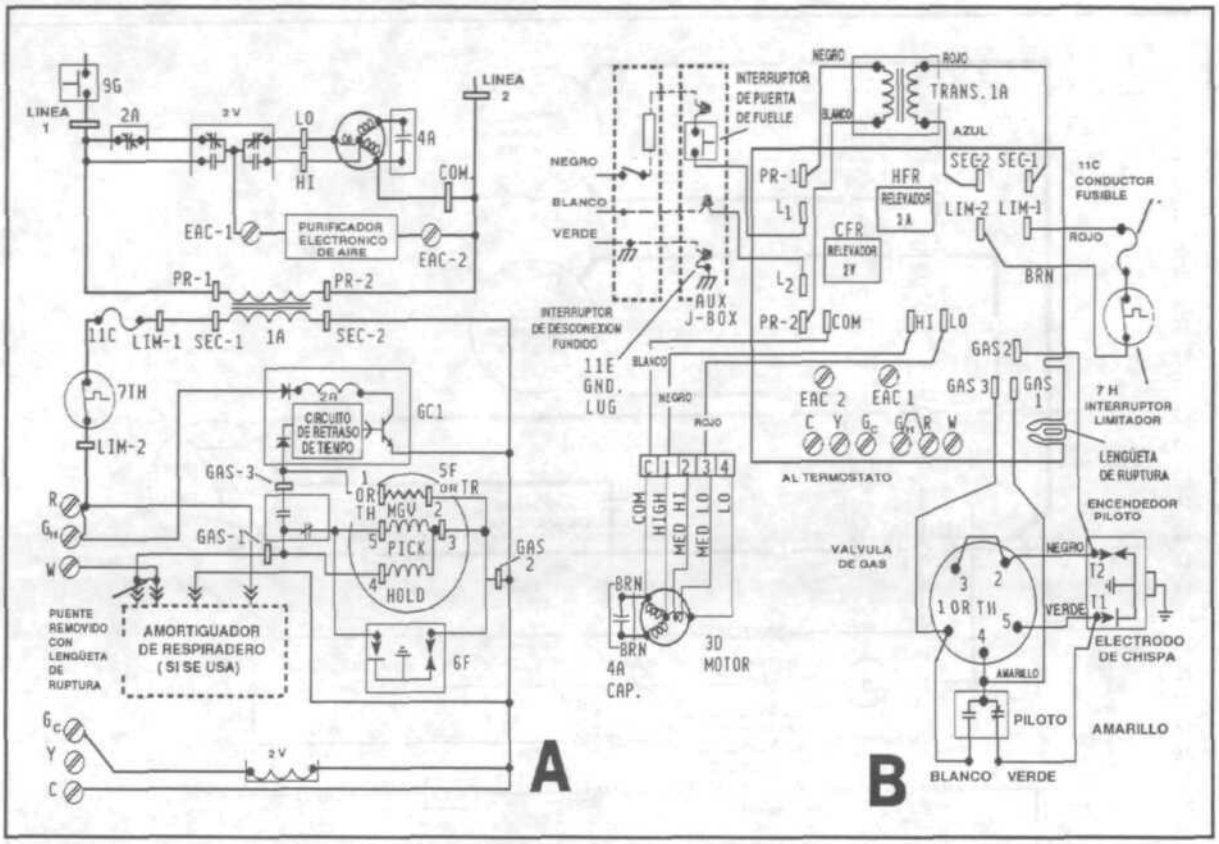


Fig. 31-21. Diagramas de los controles de un horno de gas. Diagrama de línea *(A).* Diagrama pictórico (B).

sona hábil puede dividir en distintos circuitos cualquier diagrama. Al repasar las distintas líneas con lápices de diferentes colores, aun alguien no experto puede emprender la tarea de dividir un circuito en segmentos.

Diagrama esquemático de un circuito de control de bajo voltaje

La Figura 31-22 es un diagrama esquemático de una bomba de calor de 4 toneladas, empacada y enfriada por aire, que utiliza un termostato con una sola etapa de enfriamiento y dos etapas de calentamiento. Para simplificar las cosas, también en este caso hemos omitido los detalles del alambrado de los calefactores eléctricos suplementarios. Sin embargo, mostraremos la forma en que son activados.

Observe primero que el termostato tiene un sistema con posiciones APAGADO y AUTO. En AUTO, realiza (automáticamente) la conmutación del calor al frío, en virtud de la posición de los contactos de mercurio, que responden según sea la temperatura de la habitación. Para evitar los ciclos de cambio demasiado rápidos, hay un punto muerto en la transición entre las dos zonas. El control del ventilador de interiores puede estar en ENCENDIDO (ON) o en AUTO (cambiando de ciclo junto con el compresor).

Cuando está en el modo de enfriamiento, el funcionamiento de este circuito es muy semejante al de muchos otros que vamos a encontrar. El contacto del termostato de enfriamiento, en la línea 33, proporciona energía de bajo voltaje para el relevador del ventilador de interiores RVI, si se coloca en AUTO, y activa también el relevador de enfriamiento RE de bajo voltaje. Los contac-

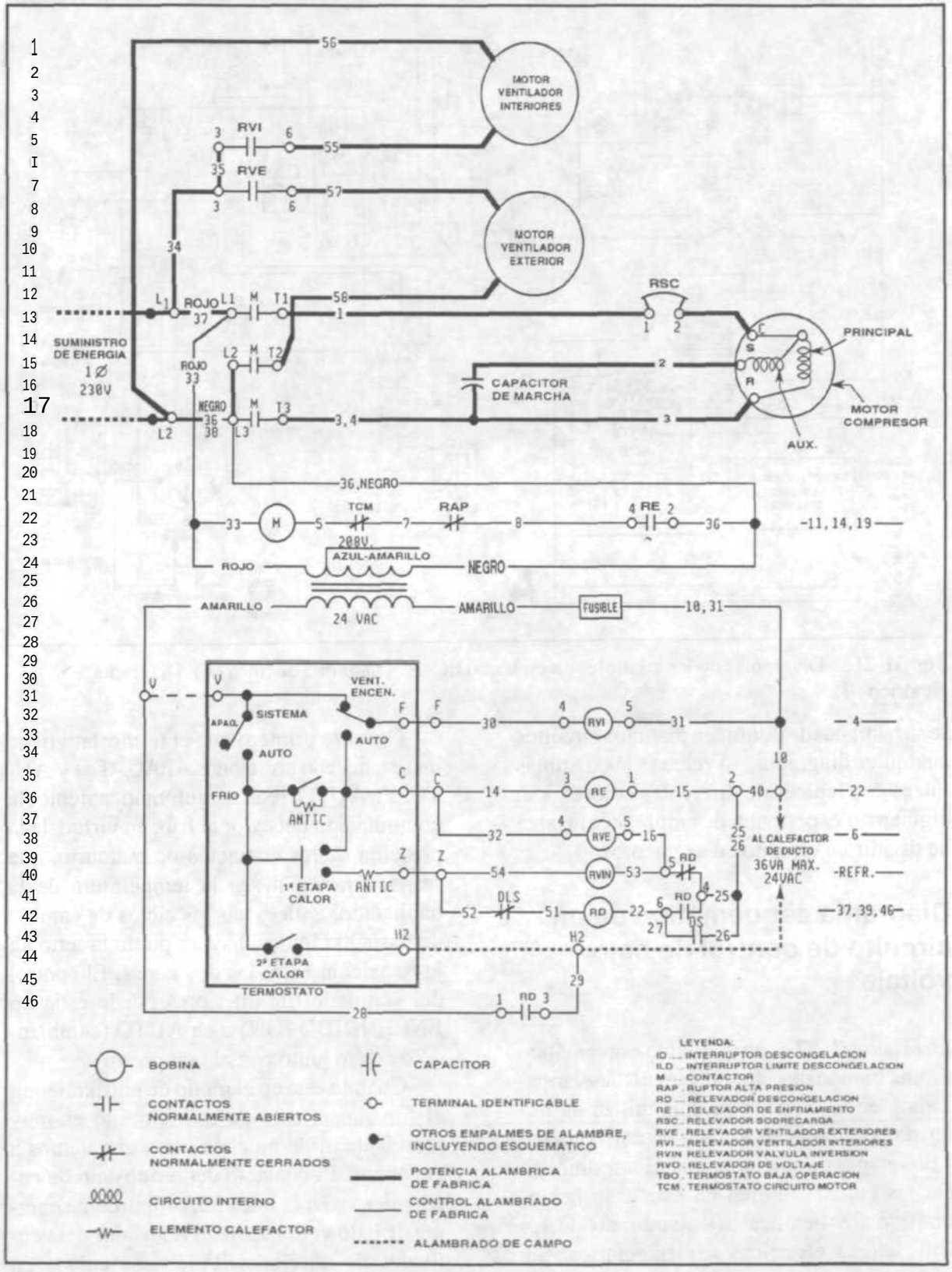


Fig. 31-22. Diagrama esquemático de alambrado de una bomba de calor monobloque, enfriada por aire, de 4 toneladas.

tos de RE están en la línea 22, que cierra y activa M, la bobina del contactor del compresor. Los contactos de suministro de energía de M se localizan en la líneas 11,14 y 17.

Las terminales Tl y T3 suministran energía al compresor, mientras que T2 y T3 se la proporcionan al ventilador de exteriores. Observe que la terminal C del termostato alimenta también de energía al relevador del ventilador de exteriores RVE. Este puede cambiar de ciclo junto con el relevador de descongelación RD (el interruptor del relevador de descongelación está en la línea 37 y normalmente permanece cerrado durante el enfriamiento).

Observe la inclusión de un termostato en el circuito interno del motor (TCM), en la línea 22, y también un ruptor de alta presión (RAP) conectado en serie con el relevador de enfriamiento. Cualquiera de los dos puede abrir el circuito si hay algún problema.

En el modo de calefacción, ambas etapas de calentamiento son alimentadas con bajo voltaje, que viene de la terminal V. La etapa 1 cierra los contactos hacia la terminal Z y C, y suministra energía al ventilador de interiores (si está colocado en automático). La terminal C energiza el relevador (RE) y pone en marcha al compresor. Al mismo tiempo, la válvula de inversión RVS, en la línea 37, se activa también. Esto hace que la válvula de inversión cambie para invertir el flujo del refrigerante, de manera que ahora el compresor empieza a calentar el serpentín de interiores.

Si se necesita más calor del que puede proporcionar el compresor, se cierran los contactos del calefactor de segunda etapa en la línea 43. Esto les proporciona un circuito de bajo voltaje a la terminal H2 y a los calefactores eléctricos separados. Aunque éstos no se muestran aquí, normalmente se enciende por lo menos un calefactor con el cierre de la segunda etapa de calor. El resto de los calefactores son encendidos y apagados en las distintas etapas, por termostatos de exteriores. El circuito de bajo voltaje que realiza esta función se encuentra entre H2 y 1, y está representado por la línea interrumpida. Observe que la máxima corriente extraída sería de 6 volt-amps para operar la bobina del relevador del calefactor.

¿Qué pasa cuando el serpentín de exteriores se congela? Entonces se activa el relevador descongelador, en la línea 39. En consecuencia, se abren los contactos del RD, en la línea 37, suprimiendo el relevador del ventilador de exteriores RVE y desactivando la válvula de inversión RVI. A continuación, la válvula de inversión regresa mecánicamente a la posición de enfriamiento. Esto transmite calor de condensación al serpentín de exteriores.

Para proporcionar calor al interior, se cierra otra serie de contactos RD en la línea 36. Esto suministra energía a la terminal H2 y a los calefactores de resistencia eléctrica.

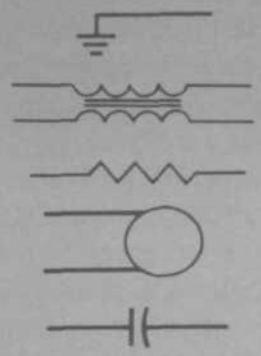
Generalmente, ello proporciona suficiente calor para contrarrestar los efectos del compresor durante el ciclo de descongelación. Una vez que este ciclo termina, el relevador de descongelación RD es desactivado, por medio de los contactos normalmente cerrados. Esto coloca nuevamente la RVIN (válvula de inversión) en el modo de calefacción.

A partir de esta descripción básica, puede usted rastrear y entender las funciones que intervienen en la mayoría de los circuitos de bomba de calor. Cuando hay varios compresores en el sistema, se incluyen contactos de enfriamiento de dos etapas. El control calefactor eléctrico de emergencia y las luces indicadoras son refinamientos opcionales de este sistema. Algunos sistemas tienen ventiladores de interiores con varias velocidades. La humidificación y purificación electrónica del aire se pueden incorporar también a los circuitos. En trabajos comerciales, se puede agregar inclusive un ciclo economizador, con el fin de reducir los costos de operación. Sin embargo, éstos son sistemas específicos que será preciso revisar cuando la necesidad se presente.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el nombre que corresponda a cada uno de los diagramas de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro el número que identifica el diagrama elegido.

1.
2.
3.
4.
5.



_____ a. resistencia
_____ b.capacitor
_____ c. transformador
_____ d. tierra
_____ e. motor (general)

Respuestas

1.d 2.c 3.a 4.e 5.b

Diagramas de refrigeradores

Veamos un par de diagramas de un refrigerador con compartimiento para alimentos congelados y descongelador manual. El suministro eléctrico se realiza a través del cable de extensión puesto a tierra y la clavija marcada 1 en ía Figura 31-23. El circuito eléctrico le proporciona corriente al disyuntor del panel, en 2.

Desde el disyuntor montado en el panel, se proporcionan dos circuitos separados. Uno de ellos suministra corriente a la luz del gabinete, en 3. Está controlado por el interruptor 4 del gabinete. El interruptor del gabinete está conectado en serie con la luz. Esta se enciende o se apaga según que la puerta del refrigerador se abra o se cierre.

El segundo circuito va al compresor del motor. El termostato, en 5, está conectado en serie con el circuito y controla el funcionamiento del compresor, en 6.

Cuando la temperatura del gabinete asciende a determinado nivel, el termostato cierra el circuito que pasa a través del motor. El compresor funciona y el ciclo de refrigeración se pone en marcha. En cuanto la temperatura del interior del gabinete desciende al nivel mínimo deseado, el termostato interrumpe el paso de la corriente y el compresor del motor se detiene.

En ese tipo de refrigerador se utilizan generalmente dos dispositivos eléctricos adicionales. Uno de ellos es un alambre calefactor de resistencia eléctrica. Recibe también el nombre de secador de perímetro y se muestra en 7. Se coloca en la guarnición de la puerta del congelador.

Este calefactor funciona continuamente. Proporciona un "efecto de calentamiento" suficiente para impedir la condensación en el exterior del gabinete y alrededor de la puerta del compartimiento congelador.

El segundo dispositivo eléctrico es el compensador de ambiente que se muestra en 8. También en este caso, se trata de un alambre calefactor de resistencia eléctrica. Consume entre 15 y 20 watts. Está montado en el lado donde está el aislamiento, en el termostato del compartimiento para alimentos frescos. Sólo se energiza durante el ciclo de "apagado" (cuando el contacto del termostato está abierto).

El propósito del compensador de ambiente es suministrar continuamente un pequeño flujo de calor, en el interior del compartimiento para alimentos frescos. Esto hace que el refrigerador complete su ciclo, en caso de que la temperatura ambiente de la habitación donde se encuentra el refrigerador descienda por debajo del nivel normal fijado previamente en el termostato.

Veamos la Figura 31-23, donde se ilustran los circuitos eléctricos de este refrigerador. El relevador de arranque aparece en A. Conecta tanto el devanado de arranque como el de marcha con el circuito de suministro de energía.

Desconecta también el devanado de arranque en cuanto el motor de compresión alcanza aproximadamente el 75 por ciento de la velocidad de marcha.

Además, este relevador de arranque protege de sobrecargas al motor. En el protector de sobrecarga hay un resistor, conectado en serie con la corriente de marcha. En caso de que el paso de corriente sea demasiado grande (sobrecarga), el resistor se calienta y hace que un contactor bimetálico abra el circuito.

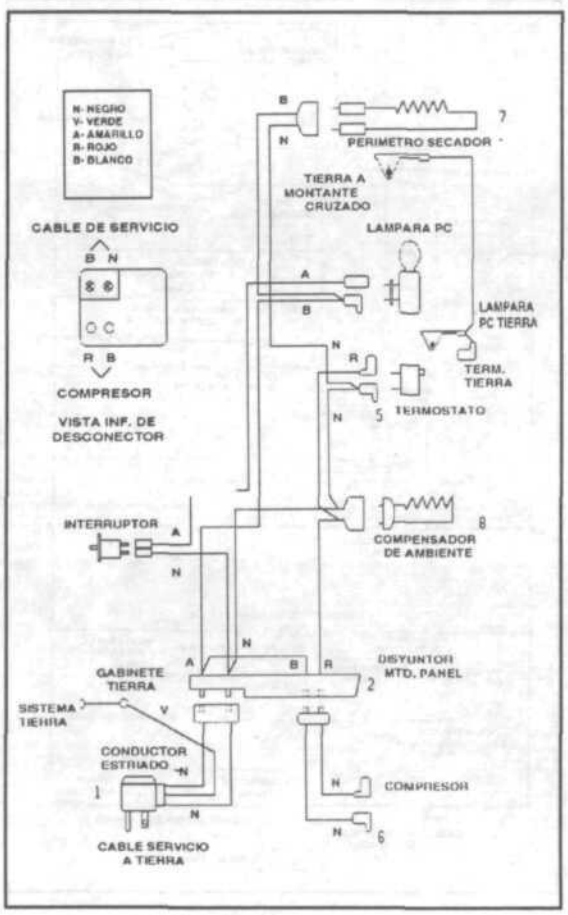


Fig. 31-23. Diagrama pictórico de alambrado de un refrigerador con compartimiento para alimentos congelados y descongelación manual.

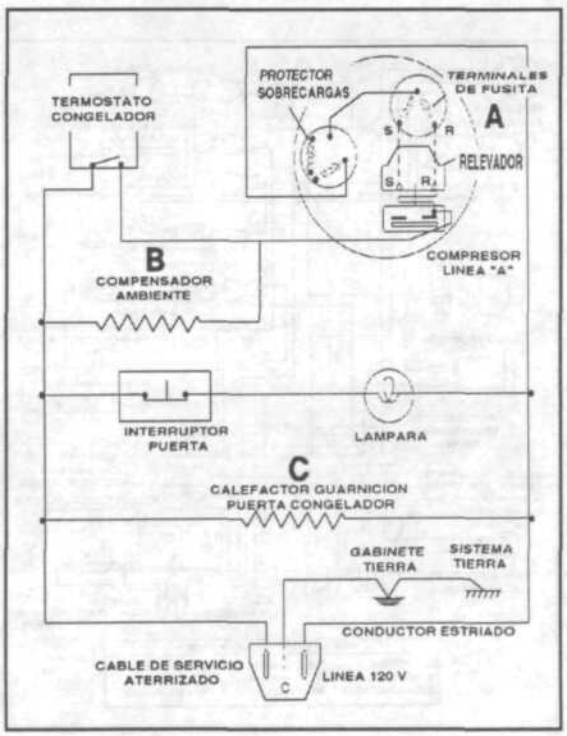


Fig. 31-24. Diagrama esquemático de alambrado del mismo sistema de la Figura 31-23.

El compensador de ambiente se ilustra en B. El calefactor de la guarnición de la puerta del congelador se muestra en C.

Otro refrigerador

La Figura 31-25 es un diagrama pictórico de alambrado, y la Figura 31-26 es un diagrama esquemático de alambrado del mismo refrigerador. En la Figura 31-25, la electricidad se suministra a través del cable de extensión puesto a tierra y la clavija que aparece en 1. El suministro eléctrico va al disyuntor montado en el panel, en 2. Varios circuitos son alimentados desde este disyuntor. El compresor, el solenoide descongelador (mostrado en 3) y el controlador de tiempo de descongelación reciben la energía que viene de las cuatro conexiones que aparecen a la derecha. Si se utiliza una unidad automática para fabricar hielo, la válvula de agua (4) es activada a través de las dos terminales, según se indica.

Además del descongelador de gas caliente, hay tres calefactores de resistencia eléctrica en el sistema. El compensador de ambiente, en 5, está montado en el lado del aislamiento de la sección más fresca del compartimiento para alimentos frescos. El secador de perímetro 6 está instalado en la guarnición de la puerta del congelador. El calentador del vertedero de desagüe evita que se congele la humedad de condensación proveniente del evaporador, al descender por el tubo de drenaje hacia el recipiente evaporador de la humedad, localizado encima del motor.

Este diagrama pictórico de alambrado muestra un sistema completo de puesta a tierra. Cada pieza de metal del mecanismo y el gabinete tiene su propio contacto a tierra.

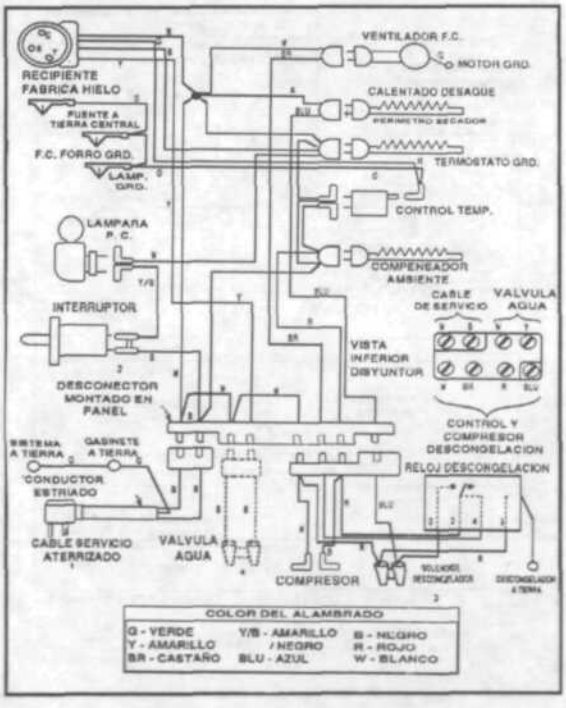


Fig. 31-25. Diagrama pictórico de alambrado de un refrigerador.

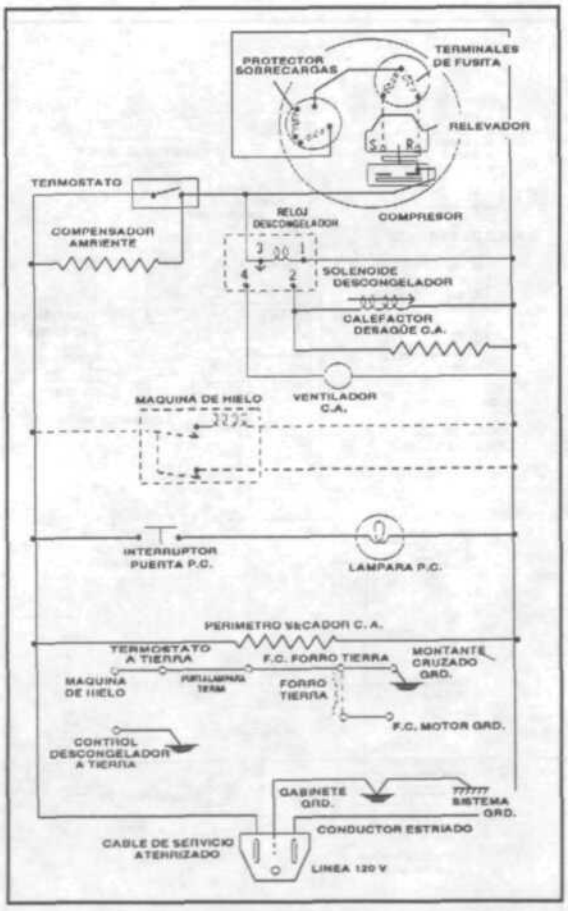


Fig. 31-26. Diagrama esquemático de alambrado del mismo refrigerador de la Figura 31-25.

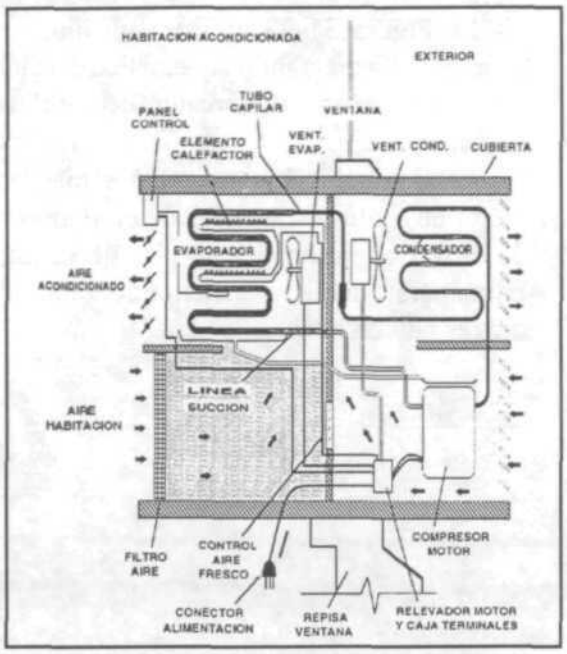


Fig. 31-27. Ilustración pictórica de un acondicionador de aire de ventana o pared.

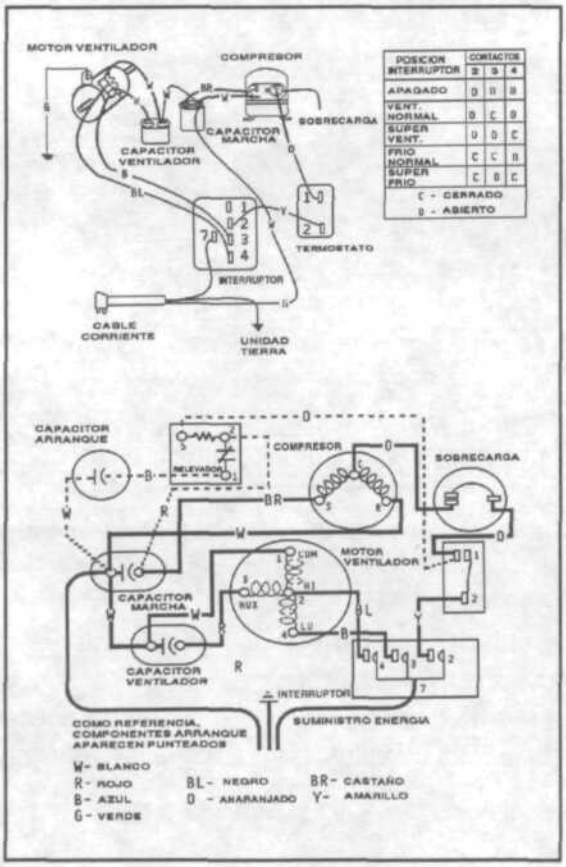
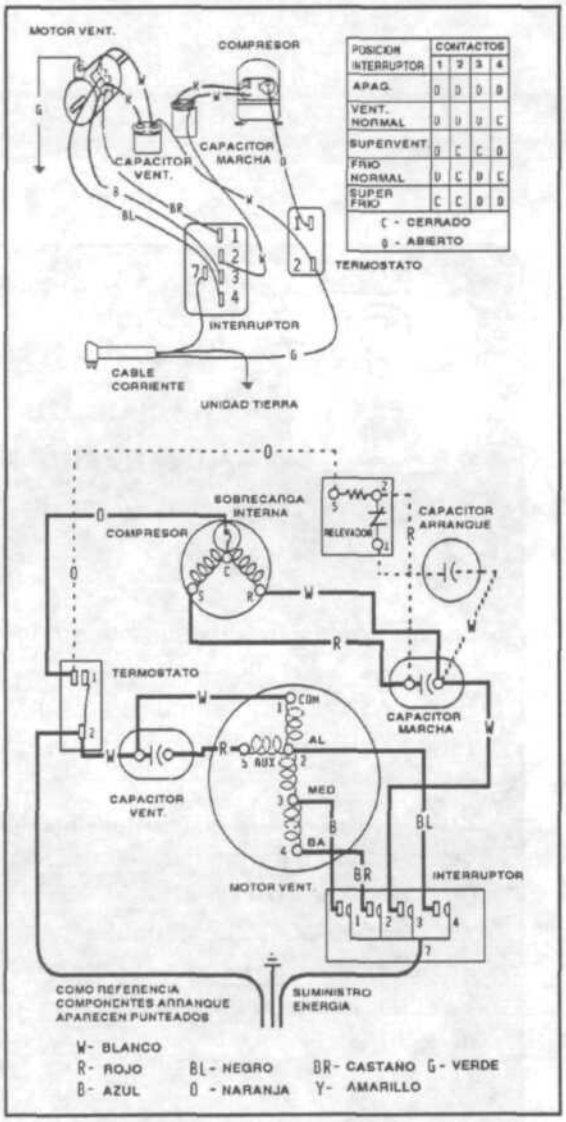


Fig. 31-28. Diagramas pictórico y esquemático de alambrado de un acondicionador de aire para ventana.

Diagramas de acondicionadores de aire

La Figura 31-27 es el diagrama pictórico de un acondicionador de aire de ventana o de pared. Este acondicionador de aire tiene tres partes básicas:

- un compresor hermético
- un condensador
- un evaporador que utiliza un control del refrigerante de tubo capilar



POSICION INTERRUPTOR	CONTACTOS 1	2	3	4
APAG.	O	O	O	O
VENT. NORMAL	O	O	O	C
SUPERVENT	O	C	C	O
FRIO NORMAL	O	C	O	C
SUPER FRIO	C	C	O	O

C - CERRADO
O - ABIERTO

Fig. 31-29. Diagramas pictórico y esquemático de alambrado para un acondicionador de aire de ventana con sistema de ventilación de 3 velocidades.

En la Figura 31-27 podemos ver que un ventilador accionado por motor saca el aire desde el interior de la habitación, a través de un filtro, y lo aplica a presión sobre el evaporador. El compresor y el condensador están montados de tal modo que el ventilador del compartimiento del condensador del compresor toma aire del exterior para dentro. Un termostato ajustable está instalado en el panel de control y proporciona el control necesario.

La Figura 31-28 muestra un diagrama pictórico y un diagrama esquemático del alambrado de un acondicionador de aire para ventana.

La figura 31-29 muestra un diagrama pictórico y otro esquemático del alambrado de otro acondicionador de aire de ventana. Este aparato tiene un sistema de ventilador de tres velocidades.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacios el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. En un refrigerador, el interruptor del gabinete está conectado en_____con la luz.
2. En un refrigerador, el termostato se conecta en serie con el circuito y controla el funcionamiento del_____.
3. En un refrigerador con compartimiento para alimentos congelados y descongelador manual, generalmente se utilizan dos dispositivos eléctricos adicionales: el alambre calefactor de resistencia eléctrica y el_____.
4. El compensador de ambiente tiene como objetivo suministrar de manera continua un pequeño_____en el interior del compartimiento para alimentos.os.
5. El acondicionador de aire del tipo de ventana consta de tres partes básicas: un compresor hermético,un_____y un evaporador que utiliza un control del refrigerante por tubo capilar.

Respuestas

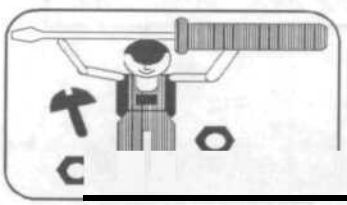
1. serie 2. compresor 3. compensador de ambiente 4. flujo de calor 5. condensador

Resumen

Al terminar esta lección sabrá ya usted que los fabricantes usan diagramas de alambrado pictóricos, de línea y esquemáticos cuando quieren ilustrar la forma de instalar, operar o dar mantenimiento a sus respectivos sistemas. Se habrá enterado igualmente de que no todos los fabricantes emplean los mismos símbolos o designaciones por medio de letras. Ahora sabe usted que es importante examinar las leyendas de cada diagrama de alambrado, para interpretar correctamente los símbolos específicos que aparecen en particular en ese diagrama de alambrado.

A medida que elaboramos los diagramas de línea o en escalera, y en algunos casos también los diagramas esquemáticos de alambrado, se habrá percatado usted de que hay dos clases de dispositivos: de carga y de control. Habrá descubierto que, añadiendo un transformador, se puede utilizar un voltaje mucho más bajo para los dispositivos de control.

En conclusión, ha comprobado usted qué fácil es seguir los detalles del diagrama de alambrado de línea o esquemático, para ver cómo funcionan los sistemas de refrigeración o aire acondicionado y poder emplear después esos mismos diagramas de alambrado para localizar la avería.



Tareas prácticas

Lectura e interpretación de un diagrama de cableado básico

Materiales que usted necesitará:

- Lista de símbolos eléctricos
- Lápiz y papel

Información previa

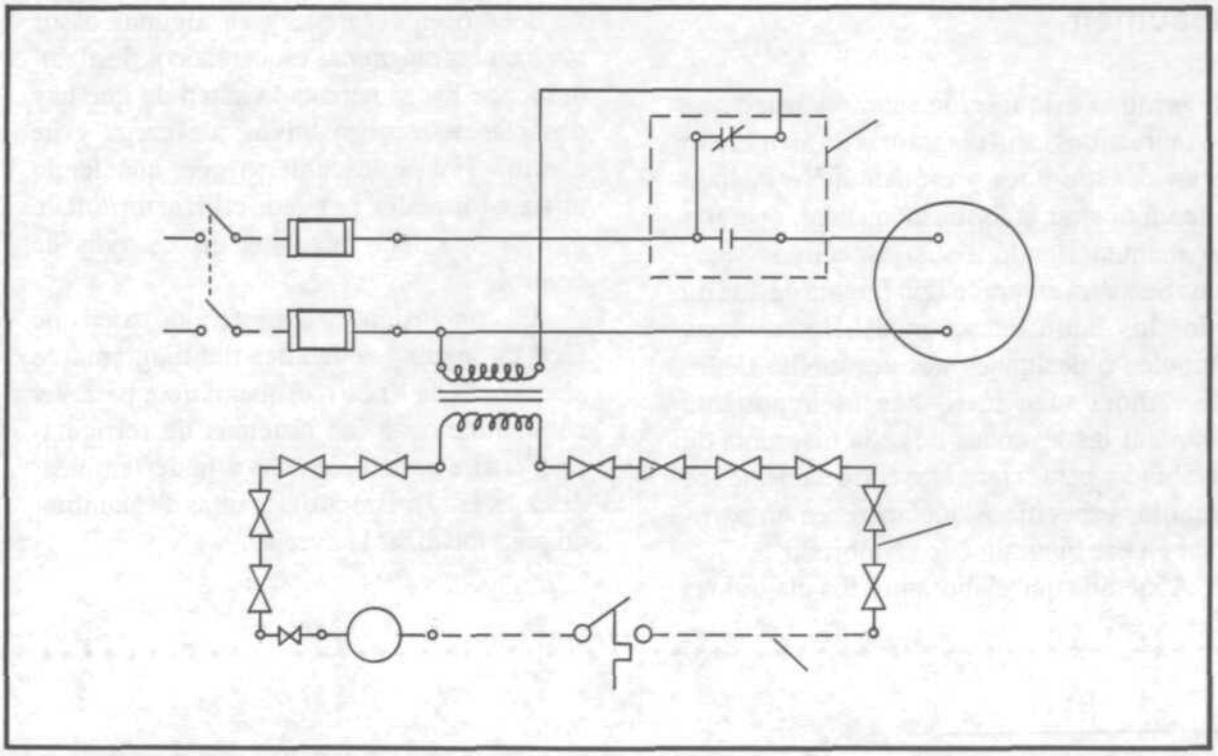
La instalación de sistemas de control diseñados particularmente para una aplicación es un campo especializado. En éste todo el trabajo lo realizan contratistas en control, quienes no solamente instalan el sistema sino que también efectúan el arranque inicial, el balanceo y el servicio del mismo. Por eso, para un técnico en refrigeración y aire acondicionado bien preparado, el dominar la interpretación de planos eléctricos de diferentes sistemas es una magnífica oportunidad, ya que las firmas dedicadas a la instalación le estarán requiriendo de modo permanente.

Lo que usted deberá hacer

Identificar plenamente cada uno de los componentes que conforman el diagrama de cableado de la página siguiente.

Procedimiento

1. Analice su diagrama tratando de entender lo.
2. Tenga a mano la relación de símbolos eléctricos que contiene su lección.
3. Identifique cada símbolo del diagrama consultando para ello su lista de símbolos eléctricos.
4. Identifique ahora el funcionamiento de cada conjunto.



Conclusiones

La adecuada interpretación de un diagrama eléctrico facilita tanto la instalación como el servicio de equipos de uso comercial e industrial. También amplía las oportunidades del técnico de REAC.

y después... ¿qué sigue?

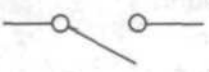
¿Qué es un termostato de baja tensión? ¿Qué formas tienen los elementos bimetálicos? ¿Qué es y para qué sirve un anticipador de enfriamiento? ¿Cómo se activa el termostato de minivolts? ¿Qué es un termostato de voltaje de línea? ¿En qué se diferencia un termostato diferencial de uno programable?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. Para que se establezca un circuito eléctrico es necesario que se cumplan tres requisitos: un camino, un potencial y

a. un inductor.
b. un capacitor.
c. un motor.
d. una resistencia.

2. El símbolo  **significa:**

a. relevador de control.
b. interruptor manual.
c. luz roja.
d. termostato.

3. En un circuito eléctrico, el alambre conductor que alimenta la energía, o sea que es la fuente de electricidad, se conoce como

a. línea abierta.
b. línea cerrada.
c. línea caliente.
d. línea fría.

4. En un sistema de aire acondicionado, el motor del ventilador puede hacer que circule el aire, sin que el sistema de enfriamiento se ponga en marcha, colocando el interruptor del ventilador en la posición

a. CONTINUO.
b. AUTO.
c. FRIÓ (cold).
d. APAGADO (off).

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección **L431**

5. En un circuito eléctrico, si el motor se sobrecarga, el exceso de corriente que pasa a través de la sección de calentamiento obligará a los contactos N.C. a

a. cerrarse.
b. conectarse.
c. abrirse.
d. desconectarse.

6. En la industria se usan símbolos eléctricos

a. estándar.
b. para cada lugar.
d. para cada fabricante,
d. diferentes.

7. Los fabricantes representan el alambrado de sus equipos a través de

a. diagramas de línea.
b. diagramas de alambrado en escalera.
c. diagramas esquemáticos.
d. diagramas pictóricos.

8. El símbolo RVS representa

a. válvula de carga.
b. válvula de inversión.
c. válvula de vacío.
d. válvula de doble giro.

9. En un refrigerador, el interruptor del gabinete está conectado con la luz en

a. paralelo.
b. serie.
c. serie-paralelo.
d. paralelo-serie.

10. En un acondicionador de aire del tipo de ventana, un ventilador saca el aire desde el interior de la habitación, a través de un filtro, y lo aplica a presión sobre el

a. condensador.
b. compresor.
c. evaporador.
d. dispositivo de control de flujo.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. Tipos de termostatos....5
3. Termostato de baja tensión....6
4. Termostato de milivolts....11
5. Termostato de voltaje de línea....11
6. Otros termostatos especiales....15
7. Resumen....17
8. Tareas prácticas....19
9. Examen....21

Tipos de termostatos

L432 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Tipos de termostatos, 5

Termostato de baja tensión, 6
- Elementos bimetálicos, 7
- El bulbo de mercurio, 8
- La subbase, 9
- La cubierta, **10**

Termostato de milivolts, **11**

Termostato de voltaje de línea, 11
- Los fuelles, 12

Otros termostatos especiales, 15
- Termostato programable, 15
- Termostato diferencial, 16

Resumen, 17

Tareas prácticas:
- Conocimiento físico de los termostatos, 19

Examen, 21

Introducción

El control de la operación de un sistema, tanto de calefacción como de aire acondicionado, requiere la existencia de algún dispositivo adecuado que logre la formación de un ambiente de confort para satisfacción de quienes habitan o hacen uso de un espacio determinado. Ese dispositivo es el termostato.

Los termostatos existen en diferentes formas y tamaños, y tienen una gran importancia en la industria de la calefacción y el aire acondicionado porque regulan la operación del sistema de acuerdo al cambio de temperatura. Son la parte de un sistema que mantiene el control de la temperatura. Por lo tanto, el termostato es el controlador del sistema. Se le llama controlador porque controla cuándo debe funcionar la calefacción o el aire acondicionado y cuándo debe detenerse. En el ciclo de calefacción, el termostato detecta si la temperatura de la habitación baja más de lo regulado. Cuando esto sucede, hace que el sistema empiece a operar y caliente la habitación hasta que la temperatura llegue al valor regulado en el termostato. Luego, el termostato le indica que se detenga.

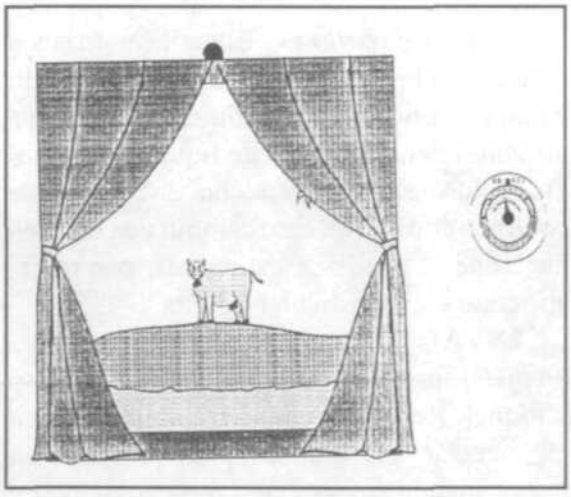


Fig. 32-1. El termostato que emplea en su hogar, como todos los termostatos, le ordena al sistema de refrigeración y aire acondicionado que se encienda o que se apague.

De la misma manera trabaja con el aire acondicionado, sólo que a la inversa. Cuando aumenta la temperatura, el termostato pone en operación el aire acondicionado hasta que la temperatura desciende suficientemente. Así que este instrumento se usa tanto en los sistemas de calefacción como en los de aire acondicionado para mantener la temperatura ambiente que se desea.

Definiciones y descripciones

Lo que presentamos a continuación es una corta lista de términos que le ayudarán a estudiar esta lección. Vuelva a consultar esta lista si encuentra usted en esta lección algún término que no conozca. A medida que lea la lista, trate de encontrar algo que le ayude a recordar cada término.

ANTICIPADOR DE CALOR *(heat anticipator).* Es un pequeño resistor que se conecta en serie con los contactos del termostato y la carga. Genera una pequeña cantidad de calor y hace que los contactos se abran con anticipación. Se trata generalmente de un resistor variable.

ANTICIPADOR DE ENFRIAMIENTO *(cooling anticipator).* El anticipador de enfriamiento es generalmente un resistor fijo que se conecta en paralelo con los contactos de enfriamiento. Genera una pequeña cantidad de calor y hace que los contactos se cierren con anticipación.

BAJO VOLTAJE *(low voltage).* Es un circuito de CA de 24 volts, en los controles de aire acondicionado y refrigeración.

BASE *(basé).* La base es la parte del termostato que contiene su alambrado interno. En esta porción del termostato están situados el dispositivo sensible y los contactos para activar el sistema de calefacción y/o enfriamiento.

BIMETAL(bi-metal).Bimetal significa dos aleaciones metálicas que están unidas entre sí y que se expanden con diferente

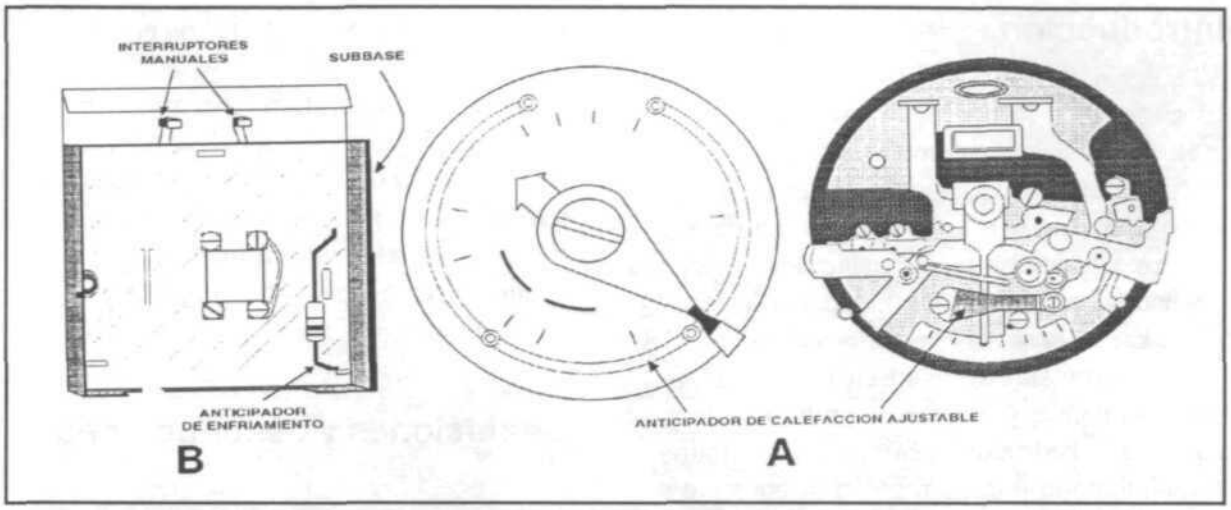


Fig. 32-2. Anticipadores. Calefacción *(A).* Enfriamiento *(B).*

rapidez. Se deforman cuando están expuestas a un cambio de temperatura.

BULBO DE MERCURIO *(mercury bulb).* Es un pequeño tubo cerrado de vidrio que tiene dos contactos eléctricos en uno de sus extremos. Dentro del tubo hay una pequeña burbuja de mercurio.

Cuando el tubo se inclina de modo que los contactos eléctricos suban, el mercurio cae y abre el circuito. Cuando se inclina el tubo en dirección contraria, el mercurio rodea los contactos y cierra el circuito. El bulbo se instala generalmente en el extremo de un par bimetálico en espiral. Cuando cambia la temperatura, el par bimetálico inclina el tubo y hace que el mercurio cambie de posición. De esta manera, los cambios de temperatura hacen que el circuito eléctrico se abra o se cierre.

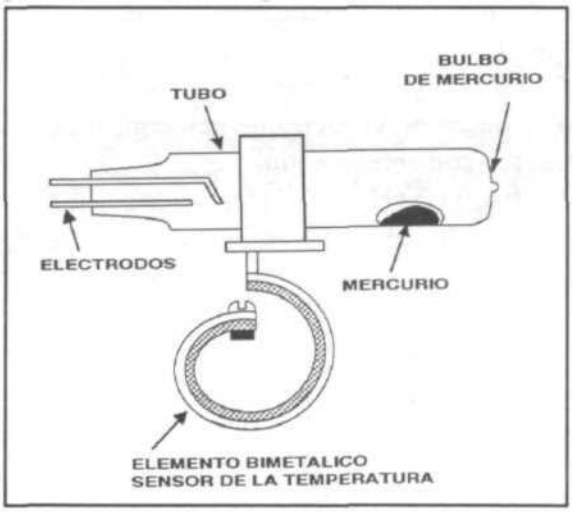


Fig. 32-3. El bulbo de mercurio es la parte del sistema que abre y cierra un circuito.

CUBIERTA *(cover).* La cubierta protege los circuitos internos de la base del termostato contra el polvo, la pelusa y otras sustancias dañinas. Contiene también la palanca para fijar la temperatura, las palancas de conmutación del sistema y el indicador de temperatura.

FUELLE *(bellows).* El fuelle es una caja cilindrica corrugada que se mueve cuando cambia la presión. Generalmente va unido a un bulbo lleno de gas o de líquido. El gas o el líquido se expanden con el calor y se contraen con el frío. Este cambio de volumen hace que el fuelle se estire o se contraiga, abriendo o cerrando un circuito.

INVAR *(invar).* Es el nombre que recibe un metal formado por una aleación de hierro y níquel. Recuerde que la aleación consiste en mezclar dos metales para producir un nuevo metal. En general, las aleaciones son más fuertes que cualquiera de los metales empleados para producirlas.

MILIVOLT *(millivoli).* Es el voltaje que generan los termopares. El termopar es un dispositivo que genera corriente eléctrica cuan-

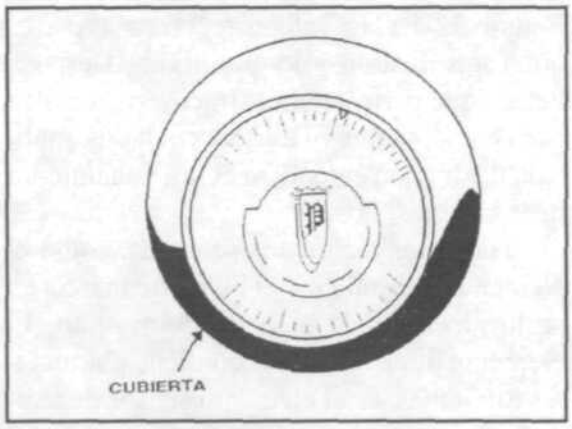


Fig. 32-4. La cubierta protege las conexiones internas del termostato.

do se le aplica el calor de alguna fuente calórica, como una luz piloto. Recuerde que el voltaje sólo es la medida del número de volts y que un milivolt es la milésima parte de un volt.

RANGO *(range).* El rango es la diferencia entre los puntos de operación, mínimo y máximo, dentro de cuyos límites puede funcionar con precisión el termostato. Es el rango de operación del sistema.

SENSOR HIDRÁULICO *(hydraulic sensor).* Es un dispositivo sensible que se emplea en termostatos de voltaje de línea. Emplea un fuelle, unido a un bulbo lleno de gas o de líquido. La presión expande o contrae el fuelle para cerrar o abrir un circuito.

SISTEMA EN ETAPAS *(staged system).* Se trata de un sistema de calefacción o enfriamiento que ha sido diseñado para operar en dos niveles de capacidad diferentes.

SOBRECORRECCION *(overshoot).* La sobrecorrección es la elevación de temperatura después de que el termostato se abre; se le llama también así al periodo en que ya no se introduce aire caliente en la habitación.

SUBBASE *(sub-base).* Es una parte del termostato que va adherida a la pared y a la cual se conectan todos los alambres del termostato.

TERMOSTATO *(thermostat).* Es un dispositivo que detecta las condiciones de la temperatura y que acciona y controla un circuito. Los termostatos aprovechan el principio de que la mayoría de los gases, líquidos y metales se dilatan con el calor y se contraen con el frío.

TERMOSTATO ESCALONADO O DE VARIAS ETAPAS *(staging or multistage thermostat).* Es un termostato diseñado para operar un equipo a diferentes horas. Tiene más de un contacto y se abre o se cierra a distintas horas, según las condiciones del área que está bajo su control.

VOLTAJE DE LINEA *(Une voltagé).* El voltaje de línea es el que se encuentra generalmente a más de 50 volts CA en los controles de aire acondicionado y refrigeración. El voltaje de línea normal es de 120 o 240 volts.

Tipos de termostatos

Como ya se indicó, hay muchos tamaños, formas y tipos de termostatos. Los termostatos de los que le hablaremos en esta lección son los empleados en calefacción, refrigeración y aire acondicionado. Un termostato de calefacción se cierra cuando baja la temperatura y se abre cuando aumenta la temperatura. Un termostato de refrigeración o aire acondicionado se cierra cuando aumenta la temperatura y se abre cuando baja la temperatura. Un termostato puede controlar la calefacción y el enfriamiento (refrigeración o aire acondicionado) cuando se requieren ambos. Están ajustados de tal manera que pueden operar para calentar o enfriar, sin tener ajustes intermedios. Algunos termostatos deben emplear una serie de contactos por separado para calentar y enfriar. Así que dependiendo del área que se va a calentar o enfriar, el termostato debe tener un interruptor en el sistema que haga que la unidad caliente o enfríe.

Termostato de baja tensión

Veamos algunos de los principales tipos de termostatos. El tipo más popular es el de baja tensión. Los termostatos de baja tensión normalmente requieren para su funcionamiento 24 volts de corriente alterna (CA). El uso más común de estos instrumentos es controlar el confort en las habitaciones.

Una vez más, las formas de los termostatos varían en gran medida. Es decir, su forma depende de la manera en que se usan y de la empresa que los fabrica. Por lo general los termostatos de baja tensión se montan sobre la pared. Pueden ser redondos, cuadrados y rectangulares. También están formados por un cierto número de componentes.

Los componentes de un termostato de baja tensión son por lo general:

subbase
anticipador de calefacción y enfriamiento
cubierta
termómetro
selector manual de temperatura
contactos eléctricos
elemento sensor bimetálico
bulbo de mercurio

Aprovechando que estamos en el tema de los termostatos de baja tensión, observe las Figuras 32-1 a la 5. Intente recordar las partes que éstas ilustran y lo que hacen. Después vea en qué parte de la ilustración se localiza cada componente. Si estudia cuidadosamente la ilustración entenderá el funcionamiento de los termostatos.

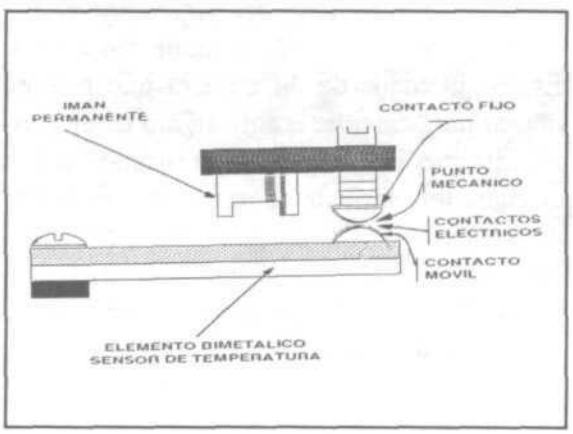


Fig. 32-5. Elemento sensor bimetálico.

Todos los elementos sensores, como el elemento bimetálico y el bulbo de mercurio, se localizan en la base del termostato. El elemento bimetálico, que contiene dos metales diferentes, es el elemento sensor de temperatura que más se utiliza. Trabaja basándose en el principio de que dos metales diferentes se dilatarán y contraerán a diferentes temperaturas y velocidades. Los metales que generalmente se usan son el latón y el invar. El latón se dilata rápidamente y el invar se dilata lentamente. Cuando se unen dos láminas de estos metales, un cambio en la temperatura hará que se doble la lámina porque la parte de latón se dilata más rápido que la parte de invar.

Fig. 32-6. Deformación del par bimetálico.

Por lo general esta lámina de metal se convierte en una bobina. Esto permite un mayor movimiento en el extremo de la lámina.

Este movimiento puede usarse para establecer o abrir un circuito eléctrico; es decir, para cerrar o abrir un circuito. El circuito

puede usarse para poner en operación una unidad de calefacción o de enfriamiento. A medida que se calienta el aire de la habitación, la lámina bimetálica se aparta del contacto y abre el circuito. Esto hace que se detenga la unidad de calefacción. Se puede obtener un termostato de enfriamiento si se coloca otro contacto en el lado opuesto de la lámina. El calor hace que la aleación bimetálica se vaya hacia el contacto. Esto pondrá en operación la unidad de enfriamiento. Des-

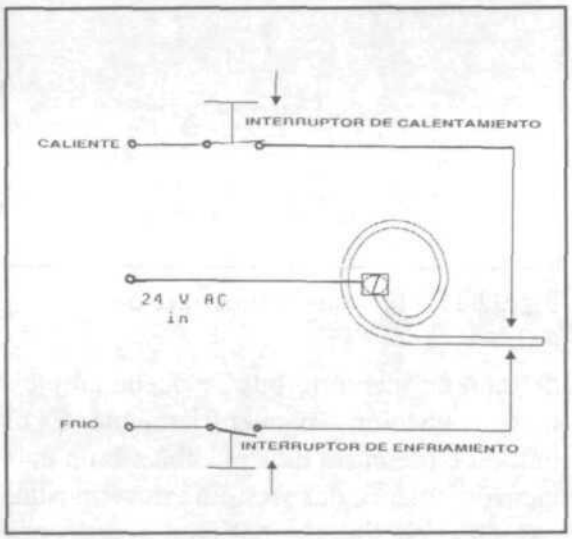


Fig. 32-7. Termostatos con selección "frío" y "calor".

de luego, se facilitan interruptores para cerciorarse de que las unidades de calefacción y enfriamiento se ponen en operación sólo cuando es necesario.

Elementos bimetálicos

Ya que hay tantas formas y tamaños diferentes de termostatos, es natural que haya muchas formas y tamaños diferentes de elementos bimetálicos. Los elementos bimetálicos pueden tener forma de "U", de disco, de ménsula o de espiral. La forma depende del diseño y el uso del termostato. En la Figura 32-8 se ilustran las diversas formas de los elementos bimetálicos.

Unido a la lámina de metal hay un contacto eléctrico móvil. Cuando la lámina se

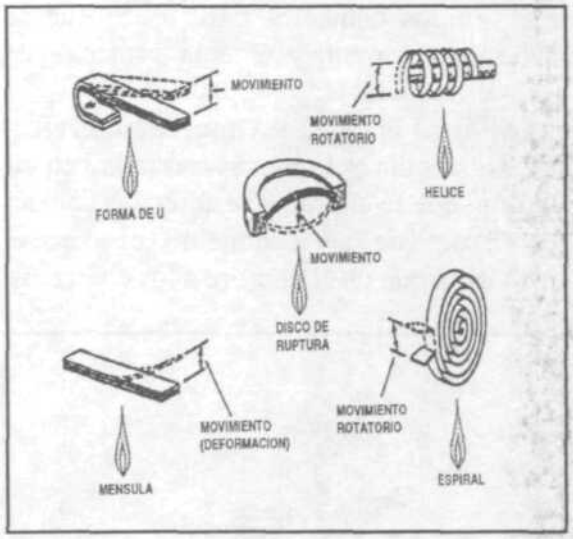


Fig. 32-8. Formas del par bimetálico que muestran un movimiento cuando reciben calor desde abajo.

dobla, este contacto móvil toca un contacto eléctrico fijo y cierra el circuito.

Un problema de los contactos eléctricos es que puede saltar una chispa eléctrica y poner en contacto los dos puntos cuando éstos están muy juntos pero no se están tocando. A esto se le llama formación de arcos. Hace que se queme el metal de las puntas y que se acorte la vida del interruptor. Hay puntos de accionamiento rápido que ayudan a evitar la formación de arcos. Los termostatos de accionamiento rápido pueden usar un

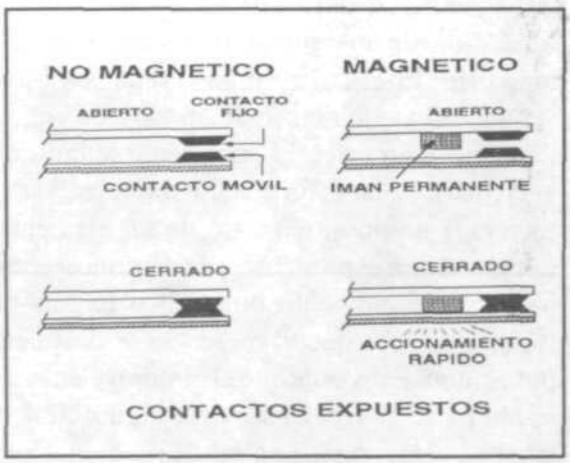
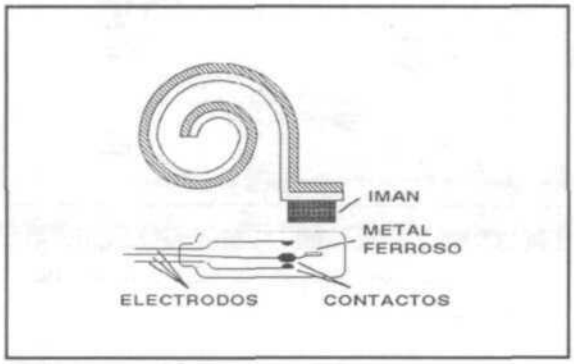


Fig. 32-9. Cómo funciona un punto de accionamiento rápido.

imán en los contactos para hacer que se cierren rápidamente y evitar la formación de arcos en las puntas.

Mire la Figura 32-9. Observe que el efecto de atracción del imán aumenta la velocidad con que se cierran y se abren los contactos. El ruido de "accionamiento" que hace el imán es lo que da el nombre a los contactos.



Fíg. 32-10. Contactos interruptores encerrados en tubo de vidrio.

Los contactos que están expuestos al aire libre se oxidan y se pican. Para evitar esto, los contactos interruptores están sellados dentro de un tubo de vidrio que los protege del polvo y la humedad. En la Figura 32-10 se ilustra un ejemplo de dichos contactos de termostato.

El bulbo de mercurio

Otro elemento del termostato que evita la oxidación de los contactos es el bulbo de mercurio. El bulbo contiene contactos fijos sellados al vacío dentro de un tubo de vidrio lleno de mercurio. El tubo está sellado al vacío para evitar la formación de arcos. También está unido al extremo de un elemento bimetálico en espiral. Cuando cambia la temperatura, el elemento bimetálico inclina el tubo y provoca que el mercurio se desplace por el tubo. Esto hace que el circuito eléctrico se abra y se cierre. Observe la Figura 32-11. Cuando el mercurio se aleja de los contactos, el circuito está abierto. Cuando el mercurio pasa por los contactos, el circuito está cerrado.

La Figura 32-12 le muestra un interruptor

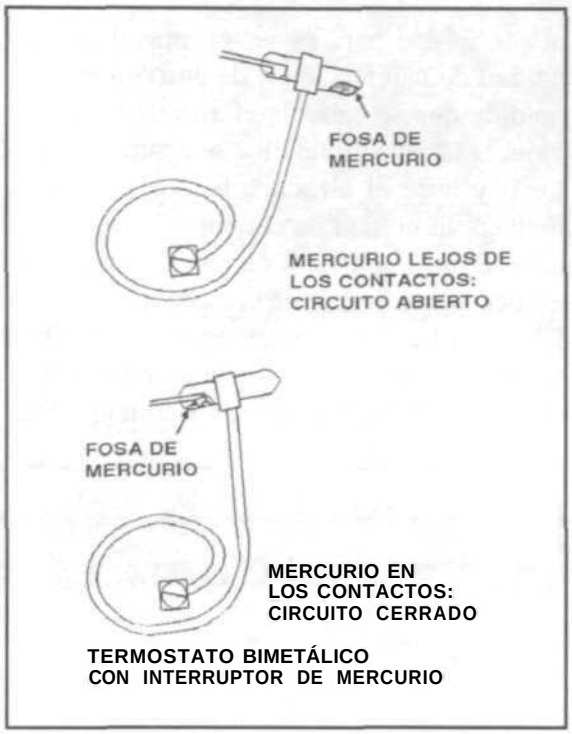


Fig. 32-11. Interruptor bimetálico de mercurio.

de tubo de mercurio que se puede emplear para calefacción o para enfriamiento. Es un bulbo de mercurio de tres cables o un contacto unipolar de dos vías. En este termostato hay un cable de terminal común que corre por el fondo del tubo. Hay otro cable que corre a todo lo largo de la parte superior del tubo. En la parte media del tubo hay un tercer

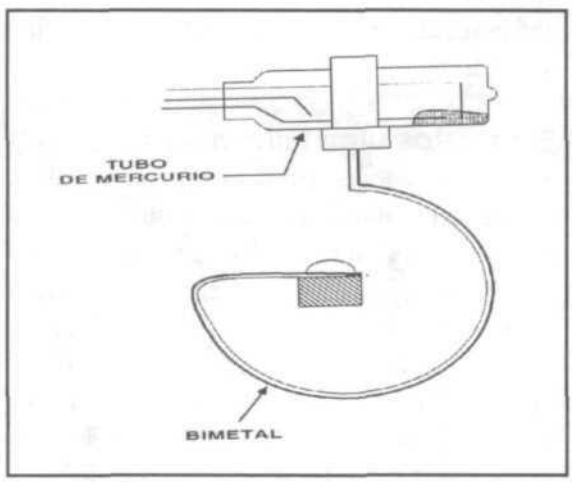


Fig. 32-12. Contacto de mercurio de tres cables.

cable. Este último cable es corto y se dobla para abajo hacia el cable de la terminal común. No corre a lo largo del tubo. Cuando se inclina el mercurio puede hacer contacto entre las terminales de calefacción o las de enfriamiento, pero no entre ambas al mismo tiempo.

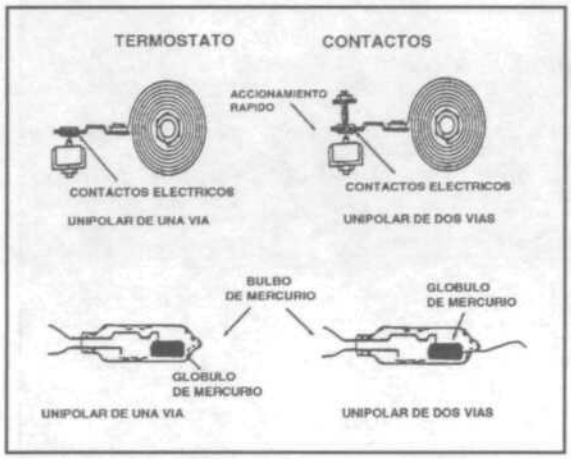


Fig. 32-13. Contactos del termostato.

Así que revisemos los dos tipos de contactos del termostato. Los contactos pueden ser de accionamiento rápido de una o dos vías. Es decir, el contacto eléctrico móvil puede cerrar o abrir uno o dos contactos. El otro tipo de contacto es el bulbo de mercurio. También puede tener uno o dos contactos. Estos contactos de termostato se ilustran en la Figura 32-13. Estudie estas ilustraciones al tiempo que va leyendo. Son importantes para comprender las partes del termostato.

La subbase

Ahora hablemos de la subbase del termostato. Localice la subbase en la Figura 32-2 para que pueda ver acerca de qué parte está leyendo. La base, junto con sus elementos sensores, está unida a la subbase. Esta contiene las uniones de cables y los interruptores manuales. También puede contener el anticipador de enfriamiento. Los interruptores manuales controlan la unidad de calefacción o de enfriamiento que desea activar. También puede tener un interruptor para un motor de ventilador.

Muchos termostatos tienen interruptores para permitir que haya un control manual del ventilador. Esto es importante si se necesita una circulación continua. Algunas veces éste es el caso de un edificio que tiene depuradores de aire, o de un edificio que tiene grandes cantidades de humo u otros contaminantes en el aire. El interruptor del ventilador permite que funcione el ventilador sin que esté funcionando la unidad de calefacción o enfriamiento. El interruptor del ventilador es un interruptor unipolar de dos vías. Cuando el interruptor está en una posición, es controlado por el termostato y el ventilador sólo funciona si el termostato se lo indica. Si es impulsado en la dirección contraria, el relevador del ventilador se conecta directamente al voltaje de control y el ventilador funciona de manera continua, día y noche, hasta que es colocado en automático.

La subbase también contiene el anticipador de enfriamiento. El anticipador que vio en la Figura 32-2 es una resistencia. Es decir: suministra calor a la parte interior del termostato cuando se selecciona "frío" en los controles manuales. Esto hace que se cierren más rápido los contactos de enfriamiento del termostato. Conforme se cierran los contactos, el anticipador es eliminado por cortocircuito y el termostato se enfría en forma normal. Cuando la habitación se enfría hasta la temperatura requerida, el termostato se abre y detiene la unidad de aire acondicionado. Entonces el anticipador empezará a calentar de nuevo. Este calor hará que se vuelvan a cerrar los contactos un poco más rápidamente de lo que lo harían sin el anticipador. Esto proporciona una temperatura más uniforme en la habitación que se está enfriando.

La subbase funciona como una placa de montaje para el termostato. Frecuentemente se incluyen en la subbase las conexiones del circuito. Cuando se conecten estos circuitos siempre se debe consultar la hoja de información del fabricante.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el termino que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. El tipo más popular de termostato es el termostato de_____.
2. Todos los elementos sensores, como el elemento bimetálico y el bulbo de mercurio, se localizan en la_____del termostato.
3. Los elementos bimetálicos pueden tener forma de "U", de_____de ménsula o de espiral.
4. Otro elemento del termostato que evita la oxidación de los contactos es el_____.
5. La_____de un termostato contiene las uniones de cables y los interruptores manuales.

Respuestas

1. baja tensión 2. base 3. disco 4. bulbo de mercurio 5. subbase

La cubierta

La cubierta de la base y la subbase es la cubierta del termostato. La cubierta protege las partes internas del termostato. También contiene el selector manual de temperatura y el termómetro. El selector manual de temperatura le da al usuario la oportunidad de elegir la temperatura que desea en la habitación, y el termómetro le dice cuál es la temperatura que existe dentro de ésta.

La cubierta puede también contener el anticipador ajustable de calor. Sin embargo, algunas veces el anticipador de calor se localiza en la base, con el elemento sensor. El anticipador de calor es una resistencia como el anticipador de enfriamiento, pero es ajustable. Añade calor a la parte interna del termostato cuando los contactos están cerrados. Calienta la aleación bimetálica del termostato y hace que la temperatura aumente más rápido dentro del termostato que fuera de él. El termostato acciona la unidad de calefacción más rápidamente de lo que lo haría si sólo se viese afectado por la temperatura ambiente. Esto contribuye a la sobretensión y mantiene más uniforme la temperatura de la habitación.

La cubierta está asegurada a la base con un cierre de fricción (presión) o con tornillos. Si es una cubierta de cierre de fricción, se puede quitar sujetando la base con una mano y jalando la cubierta con la otra. Si está asegurada con tornillos, entonces se necesitará una llave hexagonal macho o un desarmador. Si es necesaria la llave hexagonal macho, generalmente viene incluida en la unidad.

El manejo brusco puede hacer que los termostatos pierdan precisión, así que asegúrese de saber con qué tipo de cubierta está trabajando.

Ahí tiene las partes de un termostato de baja tensión. Los termostatos de baja tensión son importantes porque son los que más se

usan en los sistemas de aire acondicionado y calefacción central. Probablemente en su casa tenga un termostato de baja tensión.

VENTAJAS

Los termostatos de baja tensión son menos peligrosos que los de alta tensión.
Puede comprarse e instalarse a un costo menor.
Es más fácil de controlar que los demás termostatos, cuando se aproxima la temperatura establecida.

DESVENTAJAS

Necesita más conexiones y piezas, por lo general, un transformador que opere el circuito.
Es más frágil que los termostatos de alta tensión. El mal manejo puede afectar la precisión y dañar los contactos eléctricos.

Fig. 32-14. Ventajas y desventajas de los termostatos de baja tensión.

Termostato de milivolts

Otro tipo de termostato es el llamado termostato de milivolts, el cual sólo se emplea para los sistemas de calefacción. Por lo que hasta ahora ha leído, ya conoce que los termostatos de baja tensión se usan sólo en los sistemas de calefacción central. El termostato de milivolts es básicamente un dispositivo de seguridad para los equipos de calefacción de gas que emplean pilotos. Generalmente está diseñado para trabajar en alguno de estos tres voltajes: 250 milivolts, 500 milivolts o 750 milivolts.

El termostato de milivolts se activa con el voltaje que genera un termopar. Un termopar sólo puede generar pequeñas cantidades de voltaje, el cual se mide en milivolts.

Tenga en cuenta que un milivolt es una milésima parte de un volt, así que es muy poco el voltaje que se produce. Un termopar está formado por dos cables de metales diferentes que van soldados. Los metales que por lo general se usan para el termopar son cobre y hierro. Cuando se aplica calor al termopar se genera la baja tensión. Por sólo tener utilidad en calefacción, no profundizaremos más en este tipo de termostato.

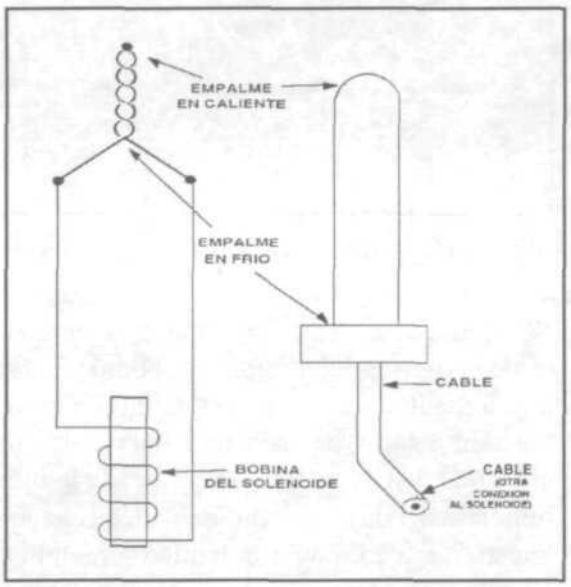


Fig. 32-15. Partes de un termostato de milivolts.

Termostato de voltaje de línea

Un tercer tipo de termostato es el termostato de voltaje de línea, el cual funciona con voltaje de línea. El voltaje de línea es de 110 o 230 volts. Por lo general estos termostatos se usan para controlar cargas como ventiladores y elementos de calefacción.

En apariencia, los termostatos de voltaje de línea se parecen mucho a los termostatos de baja tensión. Sin embargo, difieren en el tamaño del elemento sensor. Los contactos eléctricos y la lámina bimetálica son más grandes en el termostato de voltaje de línea que en los otros. En la Figura 32-16 se ilustra esto.

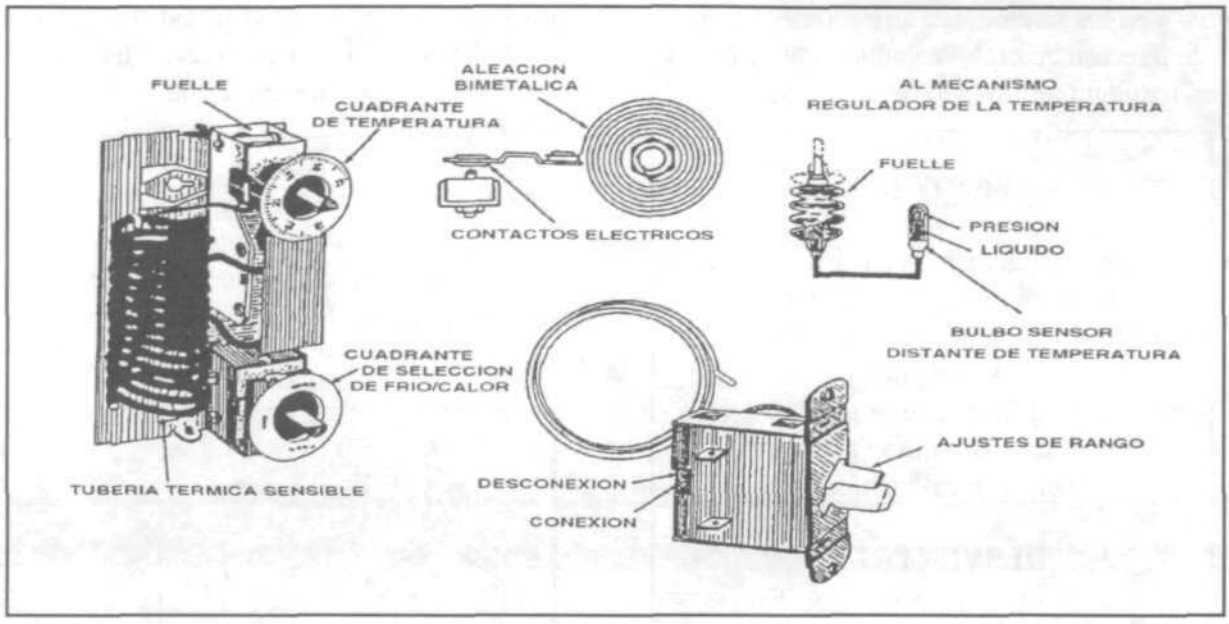


Fig. 32-16. Partes del termostato de voltaje de línea.

Consulte la ilustración mientras lee acerca de las partes del termostato. Podrá ver que los elementos sensores son similares a los de los termostatos de baja tensión y a los de milivolts. Una vez más, se emplea la lámina bimetálica. Hay un contacto eléctrico expuesto que va unido a la lámina bimetálica. La aleación bimetálica reacciona de la misma manera que en los otros termostatos que ya conoce. Se dobla como respuesta a los cambios de temperatura, y abre o cierra el circuito.

Los fuelles

Otro elemento sensor que se encuentra en un termostato de voltaje de línea es un fuelle que va unido a un bulbo sensor que contiene líquido. Está unido al bulbo ya sea mediante un tubo capilar o mediante algún otro tubo. A éste se le conoce también como sensor hidráulico.

El sensor hidráulico trabaja debido a que el bulbo sensor está lleno de líquido, el cual se dilata cuando se calienta. Esto produce una presión que se acumula conforme se incrementa la temperatura. La presión dilata el fuelle. El fuelle es accionado por resortes para hacer funcionar un mecanismo de cierre o pistón que abra y cierre el circuito. La Figura 32-17 muestra cómo funciona este mecanismo sensor.

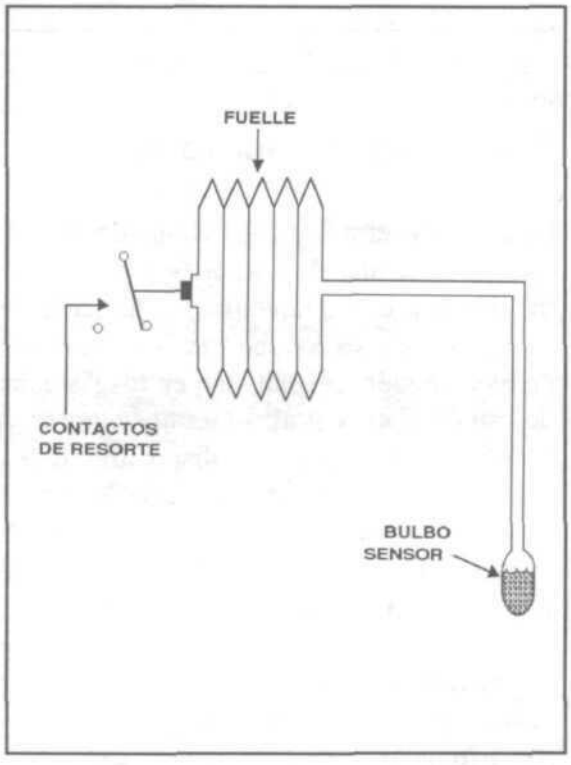


Fig. 32-17. El fuelle se conoce también como sensor hidráulico.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lisia de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Parte que protege las partes internas del termostato. _____
2. Tipo de termostato que mas se usa en los sistemas de calefacción y aire acondicionado. _____
3. Metales usados generalmente en la estructura de un par térmico (termopar). _____
4. Tipo de termostato que opera con 110 o 230 volts. _____
5. Parte de un termostato que trabaja debido a que el bulbo sensor está lleno con líquido, el cual se dilata cuando se calienta. _____

a. baja tensión
b. termostato de voltaje de línea
c. cubierta
d. sensor hidráulico
e. cobre y hierro

Respuestas

1. c 2. a 3. e 4. b 5. d

Este es un elemento sensor útil, porque el bulbo sensible a la temperatura se puede colocar a muy poca distancia del termostato. Cuando el área que se debe controlar es un tubo o un conducto de aire, el bulbo sensor se puede colocar en el tubo o conducto de aire y el termostato se puede ubicar a una distancia en que se pueda alcanzar. Este tipo de termostato de voltaje de línea se llama termostato de bulbo remoto.

Las demás partes del termostato de voltaje de línea incluyen un cuadrante de temperatura, un cuadrante de selección de calefacción o enfriamiento, y una palanca de ajuste de rango. Estos controles son manuales, y sirven para que usted elija la temperatura deseada y cambie de frío a caliente o viceversa, y para que ajuste el rango del termostato. El "rango" es el área que hay entre las temperaturas de operación mínima y máxima, dentro de cuyos límites el termostato funcionará de manera precisa. Por ejemplo, podría ajustar el rango entre 44°F (6.6°C) y 86°F (30°C). El termostato puede funcionar entre estas dos temperaturas. Entonces, con la palanca de rango puede ajustar el rango del termostato.

En la industria de la refrigeración y el aire acondicionado, los termostatos de voltaje de línea por lo general se usan en el acondicionamiento de aparadores, en la refrigeración doméstica y comercial, y en el acondicionamiento y ventilación industrial. También se emplean en el control de temperatura de al-

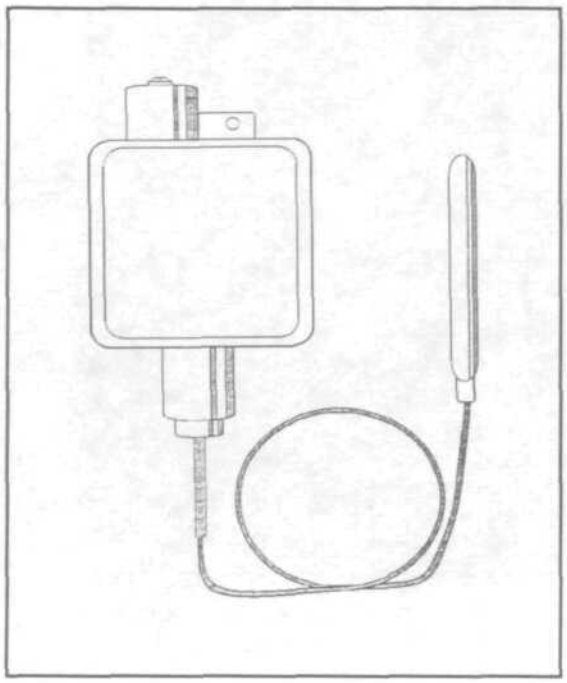


Fig. 32-18. Termostato de bulbo a distancia.

gunas áreas importantes como los tubos y los conductos. Como usted puede ver, por lo general su uso es comercial.

Ahora ya conoce los tres principales tipos de termostatos. Una vez más, hay muchos diseños diferentes de termostatos, pero aprovechan variaciones de estos tres tipos principales. Quizás parezcan diferentes, pero todos siguen los mismos principios de los termostatos de voltaje de linea, de baja tensión y de milivolts.

Este es un buen momento para revisar lo que ha visto hasta ahora. Primero conoció que un termostato es un controlador de un sistema de calefacción o enfriamiento. ¿Qué controla el termostato? Bueno, pues controla la temperatura de una superficie que se va a calentar o a enfriar. ¿Cómo controla la temperatura? Bueno, pues abriendo o cerrando un circuito. Es decir, el termostato reacciona a los cambios de temperatura y conecta o desconecta un sistema de calefacción o aire acondicionado.

Después averiguó que hay tres tipos principales de termostatos: el de baja tensión, el

VENTAJAS

Los termostatos de voltaje de línea son muy toscos, es decir, el dispositivo sensor y los contactos eléctricos son grandes y pueden resistir la alta tensión y el uso constante.

No necesitan más energía que la que toman del circuito eléctrico del edificio.

Pueden controlar la temperatura de un área sin la necesidad de un transformador.

Estas características hacen que el termostato de voltaje de línea sea muy práctico para uso comercial.

DESVENTAJAS

Si hubiera un corto circuito, la alta tensión podría constituir un peligro para la persona que maneja el termostato.

El costo de instalación del termostato de voltaje de línea es mayor que el de un termostato de baja tensión o uno de minivolts.

Es más difícil controlarlos.

Por su diseño, los termostatos de voltaje de línea, no emplean anticipadores.

Esto provoca dificultades para el control uniforme de la temperatura.

Fig. 32-19. Ventajas y desventajas de los termostatos de voltaje de línea.

de milivolts y el de voltaje de línea. Vio que los tres tienen piezas similares. Los tres tienen un elemento sensor que reacciona a los cambios de temperatura.

El elemento sensor más común que se emplea es la lámina bimetálica. Es una lámina hecha de dos metales diferentes unidos. Por lo general estos metales son latón e invar. Puesto que tienen diferentes velocidades de expansión, la lámina se dobla cuando se aplica calor.

En el extremo de la lámina bimetálica se colocan contactos eléctricos y así la lámina se puede doblar hacia un contacto eléctrico fijo para cerrar un circuito. También le dijimos que la lámina bimetálica puede tener muchas formas, según la manera en que se emplee. La forma más común es espiral. Otras formas de aleaciones bimetálicas termostáticas son las de disco, de ménsula, de hélice y de "U".

Recordará que hay dos tipos de contactos de termostato: los de accionamiento rápido y los de bulbo de mercurio. La apertura y el cierre de estos contactos es lo que hace que se pongan en operación o se detengan las unidades de calefacción o aire acondicionado.

Los anticipadores se emplean en los termostatos para hacer que los contactos se abran o se cierren un poco antes de la temperatura establecida. ¿Por qué se necesita un anticipador? ¡Muy bien! Mantiene la temperatura más uniforme en el área que se va a enfriar o calentar.

En la sección de los termostatos de voltaje de línea, conoció que algunos termostatos utilizan un sensor hidráulico para abrir o cerrar un circuito. Este sensor hidráulico se basa en el principio de que los líquidos se dilatan con el calor, lo que crea una presión en el tubo sensor térmico. Esta presión hace que se dilate el fuelle. En el extremo del fuelle está un contacto eléctrico que puede cerrar un circuito cuando el fuelle se mueve en respuesta a un cambio de temperatura. ¿Tiene esto sentido para usted?

Finalmente, vio en qué parte de la industria se emplean estos termostatos. Conoció que el termostato de baja tensión es el que más se usa para la calefacción y el aire acondicionado de las casas, y que es el tipo más común para el aire acondicionado y la calefacción central. Conoció que el termostato de milivolts sólo se emplea para calefacción, y que básicamente es un dispositivo de seguridad de los calentadores de gas de pared y de piso. Supo que los termostatos de voltaje de línea por lo general se usan para la refrigeración comercial, y que obtienen su energía de los circuitos de energía eléctrica del edificio. ¡Ya conoce bastante acerca de los termostatos! Pero espere, todavía falta.

Otros termostatos especiales

Vale la pena mencionar aquí que hay otros termostatos especiales que se encuentran hoy en día en el mercado. Tienen los mismos principios termostáticos, pero no se usan con tanta frecuencia. Dos de ellos son el termostato programable y el termostato diferencial.

Termostato programable

El termostato programable puede adaptarse para funcionar a diferentes ajustes de temperatura en diferentes momentos. Los termostatos como éstos pueden reducir el consumo de energía poniendo en operación la unidad de calefacción o enfriamiento sólo durante el tiempo en que esté ocupado por personas el edificio.

Esa idea parece muy buena. Sin embargo, los termostatos programables no se emplean mucho porque son complicados y no siempre se adaptan al cableado eléctrico que ya se tiene. Además, parece que no hay una forma sencilla de saber si un termostato computarizado funcionará con un sistema ya existente.

Los termostatos programables que se usan con mayor frecuencia son los termostatos de cronómetro. Estos son más fáciles de usar, pero tienen los mismos problemas de instalación. Algunas veces se les llama termostatos de regresión. La Figura 32-20 muestra cómo se añade un cronómetro al termostato.

Otro termostato de cronómetro que se emplea en la industria es el termostato de día/noche o de tipo doble. Es un conjunto de dos termostatos montados en una sola base. Al circuito se le añade un cronómetro o un reloj. El reloj eléctrico puede ajustarse para

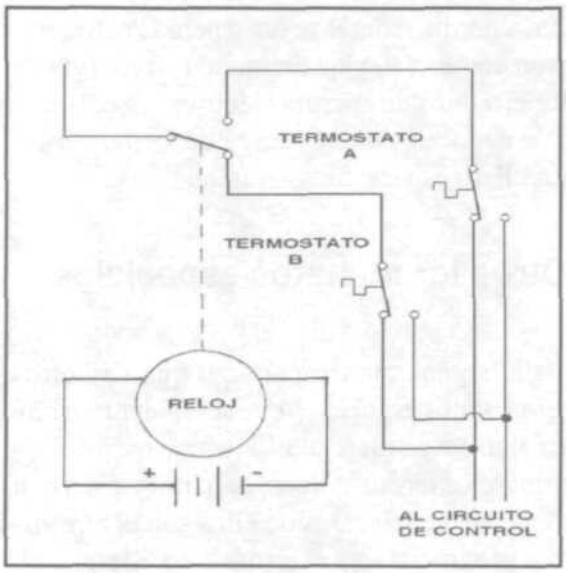


Fig. 32-20. Termostato de cronómetro.

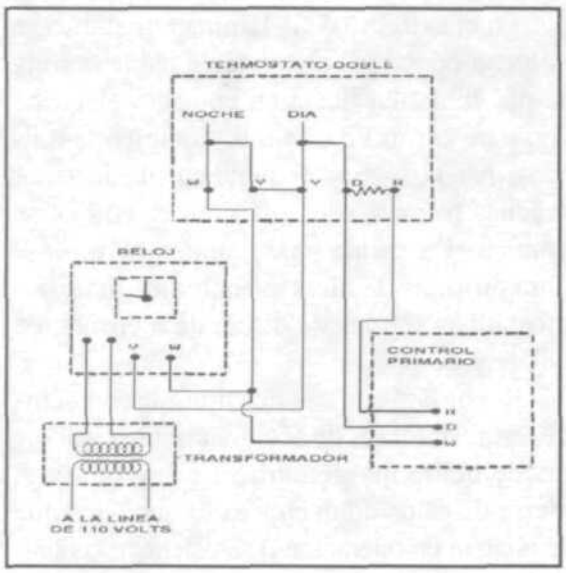


Fig. 32-21, Termostato de tipo doble.

cambiar los controles de temperatura de un termostato, durante el día, a otro por la noche, como se muestra en la Figura 32-21.

Las ventajas de este termostato son que conserva la energía y proporciona una buena temperatura para dormir. En el verano conserva la energía disminuyendo la temperatura por la noche, cuando el sistema funciona de manera más eficiente. En el invierno conserva la energía al reducir el tiempo de operación del sistema de calefacción. Automáticamente baja la temperatura en la noche y la aumenta en el día. Esto es conveniente sobre todo en el invierno, cuando se puede ajustar el reloj de modo que aumente la temperatura justo antes de la hora de despertar.

Termostato diferencial

Otro termostato especial es el termostato diferencial. Normalmente se emplea en los sistemas de calefacción solares. Este termostato usa dos sensores de temperatura. Se activa por la diferencia de temperatura que hay entre ellos. Cuando la temperatura del colector solar es mayor en algunos grados que la temperatura del tanque de almacenamiento de agua, el termostato activa el motor de una bomba. Esto hace que el agua circule del tanque de almacenamiento al colector y que regrese. De esta manera, la bomba sólo funcionará cuando el sol haya calentado el colector lo suficiente como para estar seguros de que aumentará la temperatura del tanque de almacenamiento. La Figura 32-22 es un ejemplo de un termostato diferencial e ilustra como trabaja en un sistema solar. Esta breve explicación es suficiente, ya que el termostato diferencial no se utiliza en la industria de refrigeración y aire acondicionado.

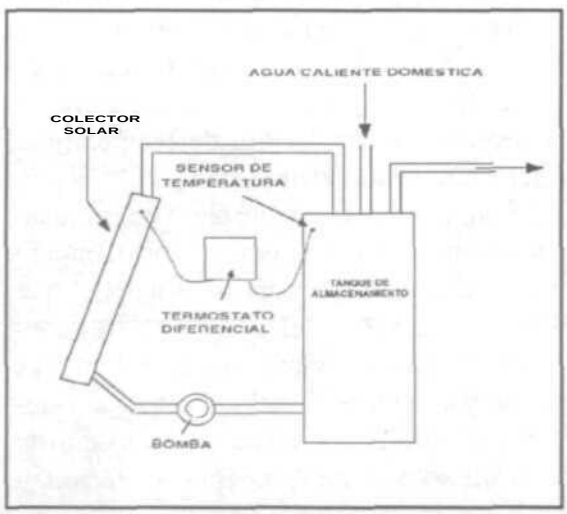


Fig. 32-22. Termostato diferencial en un sistema de energía solar.

Ejercicio de **Autoevaluación**

Encierre en un círculo la letra V si considera verdadera la afirmación, o la letra F si la considera falsa.

1. En un termostato, el "rango" es el área que hay entre las temperaturas de operación mínima y máxima, dentro de cuyos límites el termostato funcionará de manera precisa.	F	V
2. Existen 4 tipos principales de termostatos: el de baja tensión, el de alta tensión, el de milivoits y el de voltaje de línea.	F	V
3. Los anticipadores se emplean en los termostatos para hacer que los contactos se abran o se cierren un poco antes de la temperatura establecida.	F	V
4. Los termostatos de voltaje de línea por lo general se usan para la refrigeración doméstica.	F	V
5. El termostato programable puede adaptarse para funcionar a diferentes ajustes de temperatura en diferentes momentos.	F	V

Respuestas

1. V 2. F (Existen 3 tipos principales: de baja tensión, de milivolts y de voltaje de línea) 3. V 4. F (Se usan para la refrigeración comercial) 5. V

Resumen

Por lo que ha leído hasta ahora, puede ver que los termostatos tienen un papel importante en todo el funcionamiento de un sistema de refrigeración y aire acondicionado. Revisemos algunos de los puntos importantes.

Tal vez el mejor punto de partida sea la función de un termostato en un sistema de enfriamiento. La función del termostato en ese sistema es responder a los cambios de temperatura abriendo y cerrando un grupo de contactos. Esto activa o desactiva el sistema. Gracias al termostato el sistema puede mantener la temperatura ambiente deseada.

En un termostato de calefacción, los contactos se cierran al haber menos temperatura y se abren cuando ésta aumenta. En un termostato de enfriamiento, los contactos se cierran cuando aumenta y se abren cuando disminuye.

Existen tres tipos principales de termostatos: los termostatos de baja tensión, los termostatos de milivolts y los termostatos de voltaje de línea. Los termostatos de baja tensión pueden usarse para calefacción, para enfriamiento o para ambas cosas. Se emplean para el enfriamiento y la calefacción central; son los termostatos que con mayor frecuencia se emplean en el hogar. Los termostatos de milivolts se usan como un dispositivo de seguridad en los pilotos que se usan en los hornos de gas. Los termostatos de voltaje de línea se emplean en la refrigeración comercial, la refrigeración doméstica y el aire acondicionado de los aparadores.

Cada tipo de termostato tiene varias partes. Vuelva a revisar las ilustraciones de los tres tipos de termostatos. En general, las diversas partes se encuentran en la subbase, la base y la cubierta del termostato.

Los termostatos se asemejan en que todos tienen un elemento sensor que reacciona con el cambio de temperatura. El elemento sensor más común es la lámina bimetálica. La lámina bimetálica consiste en dos metales unidos, el latón y el invar. Como el latón se expande con mayor rapidez que el invar cuando se aplica calor, la lámina de metal se dobla. Esta lámina de metal puede tener muchas formas: de disco cerrado, de hélice, de ménsula, de espiral y de "U". La más común es la forma en espiral.

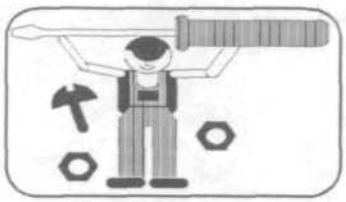
En el extremo de la lámina bimetálica están los contactos eléctricos. El doblez de la lámina hace que el contacto toque otro contacto y que se cierre un circuito. Existen dos tipos principales de contactos de termostato: de accionamiento rápido y de bulbo de mercurio.

Otro sensor empleado es el llamado sensor hidráulico. Este utiliza un bulbo con líquido conectado a un fuelle mediante un tubo sensor térmico. Unido al fuelle va un contacto eléctrico. Cuando se aplica calor al bulbo con líquido, el líquido se expande haciendo que se acumule la presión. Esta misma presión es la que posteriormente expande **el** fuelle. El circuito se cierra cuando el contacto móvil toca el contacto fijo.

Otro elemento importante del termostato es el anticipador. Un termostato puede tener un anticipador de calefacción, uno de enfriamiento o ambos. Los anticipadores son resistores que hacen que se cierren o se abran los contactos un poco antes de alcanzar la temperatura establecida. Esto mantiene la temperatura ambiente más uniforme y más cercana a la temperatura establecida.

Todos los termostatos poseen un termómetro y controles manuales. Los interruptores manuales controlan el ajuste de la temperatura deseada y cualquier cambio que deba hacerse en el sistema. El termómetro muestra cuál es la temperatura ambiente.

Con el uso de estos tres tipos de termostatos, los fabricantes han desarrollado muchos diseños y variaciones especializadas. Dos de estos tres son el termostato programable y el termostato diferencial. El programable puede emplear un reloj o unos circuitos integrados para que el termostato arranque en diferentes momentos durante el día o la noche. El termostato diferencial se usa principalmente en la calefacción solar.



Tareas prácticas

Conocimiento físico de los termostatos

Materiales que usted necesitará

- Papel y lápiz
- Diversos tipos de termostatos descompuestos

Información previa

Los primeros termostatos de línea, algunas veces llamados termostatos de cierre instantáneo, consistían en elementos bimetálicos sensores de la temperatura. Estos estaban fabricados con dos o más aleaciones de metal soldadas, cada una con un coeficiente de dilatación diferente al ser expuestas al calor.

Este tipo de control puede usarse para calefacción o enfriamiento, según el cierre de los contactos ocurra con un aumento o una disminuación de la temperatura de la pieza.

Desde hace poco tiempo, los termostatos de línea para el control directo de la calefacción eléctrica están usando elementos con líquidos que responden a la temperatura ambiente y al calor radiante.

El termostato de bajo voltaje sobrepasa todas las limitaciones de los modelos de voltaje de línea, y se usan en circuitos de control para sistemas centrales modernos.

Lo que usted deberá hacer

Identificar físicamente diferentes tipos de termostato, de acuerdo al tipo de equipo de que se trate.

Procedimiento

1. Inspeccione usted su refrigerador doméstico y localice (en el interior de la caja de almacenamiento) el termostato de éste.
2. Busque este modelo en el texto de su lección y relea las características de este tipo de termostato.
3. Identifique físicamente cada parte del termostato de acuerdo con el diagrama de su lección. Si es posible, consiga un termostato descompuesto, para que lo pueda desarmar y observar sus componentes de forma directa.
4. Repita el proceso con un refrigerador de tipo comercial, como los empleados de tiendas de autoservicio.
5. Ahora repítalo con un sistema de aire acondicionado del tipo de multizona, como los utilizados en cines, hospitales, bancos, edificios de oficinas, centros de cómputo, etc. Recuerde que, en estos casos, el termostato se encuentra fijado en alguna de las paredes.

Conclusiones

Como usted habrá podido observar, el termostato es el sistema de control más adecuado para regular la operación de un sistema de refrigeración o aire acondicionado (enfriamiento o calefacción). Su calibración es vital para un funcionamiento adecuado del equipo, hasta tal punto que es imprescindible que un técnico de servicio tenga pleno conocimiento de estos aparatos.

y después... ¿qué sigue?

¿Cómo se instala un termostato? ¿Dónde están las marcas de la terminal? ¿Qué es un termostato de graduación? ¿En qué consiste el diferencial de operación? ¿Qué es el rebase de los límites? ¿Qué es y para qué sirve el anticipador fuera de ciclo? ¿Qué significa que el termostato se ponga en corto?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso. Escoja una sola respuesta para cada pregunta. Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. Los termostatos de baja tensión normalmente requieren para su funcionamiento
a. 12 volts de CD.
b. 8 volts de CD.
c. 240 volts de CA.
d. 24 volts de CA.

2. Los interruptores sirven para cerciorarse de que las unidades de calefacción y enfriamiento operen
a. cuando haga frío.
b. sólo cuando es necesario.
c. cuando haga calor.
d. siempre.

3. Muchos termostatos tienen interruptores para permitir que haya un control manual del
a. motor.
b. compresor.
c. ventilador.
d. evaporador.

4. La cubierta de un termostato está asegurada a la base de éste con un cierre a presión o
a. con tornillos.
b. soldadura.
c. remaches.
d. pasadores.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES

Calificación

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L432

5. El termostato de milivolts se activa con el voltaje que genera

a. un generador.
b. una batería.
c. un termopar.
d. un alternador.

6. El termostato de milivolts tiene tres partes básicas: el termopar, un solenoide y

a. un condensador.
b. los cables que conectan el termopar al solenoide.
c. un relevador.
d. un capacitor.

7. Los termostatos de voltaje de línea por lo general son para uso

a. doméstico.
b. industrial.
c. automotriz.
d. comercial.

8. El elemento sensor más común que se emplea es

a. la lámina bimetálica.
b. el termómetro.
c. el presostato.
d. el barómetro.

9. Los termostatos programables que se usan con mayor frecuencia son los

a. de mercurio.
b. de alto voltaje.
c. de cronómetro.
d. de gas.

10. El termostato diferencial normalmente se emplea en los sistemas de calefacción

a. solar.
b. doméstica.
c. comercial.
d. industrial.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

El maravilloso Jarabe de Tigre

Cuentan de un pugilista que, no obstante su perfecto entrenamiento y amplios conocimientos, muy a menudo perdía los encuentros por falla de confianza en sí mismo. Una vez, cuando al terminar un round se retiraba desalentado a su rincón, su gerente le acercó una botella a la boca y al oído le dijo: —"Bebe, es Jarabe de Tigre!, nadie podrá vencerte."

No hay ni para que decir que el Jarabe de Tigre era solamente agua endulzada, pero de lodos modos, a partir de ese momento nuestro boxeador se convirtió en un verdadero tigre, al sentirse invadido de una completa confianza en sí mismo.

En esta vida hay muchos que no triunfan por su falta de confianza en sus aptitudes. Todos tenemos a nuestro alcance el verdadero Jarabe de Tigre, que es la confianza en nosotros mismos.

Decida hoy mismo lograr sus propósitos, a toda costa, y nada ni nadie podrá evitarlo, usted será invencible.

Ralph Hemphill

SISTEMAS DE
Refrigeración
Y AIRE
ACONDICIONADO

CONTENIDO

Introducción....3

1. La instalación de un termostato....3
2. Marcas de terminales en la subbase del termostato....4
3. Termostatos de graduación....6
4. Antidpadores de termostatos....9
5. Mantenimiento del termostato....12
6. Resumen....15
7. Tareas prácticas....16
8. Examen....19

Instalación de termostatos

L433 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

La instalación de un termostato, 3

Marcas de terminales en la subbase del termostato, 4

Termostatos de graduación, 6
El diferencial de operación, 7

Anticipadores de termostatos, 9
El anticipador de calor, 9
El anticipador de frío, **11**

Mantenimiento del termostato, **12**

Resumen, **15**

Tareas prácticas:
Verificación de la instalación de un termostato, **16**

Examen, **19**

Introducción

La función básica del termostato es responder a un cambio de temperatura abriendo y cerrando un conjunto de contactos eléctricos. Con un termostato se puede mantener a la temperatura adecuada cualquier edificación, habitación o área. Los termostatos también se pueden usar junto con un cronómetro para hacer funcionar los equipos sólo en determinados momentos. A esto se le llama sincronía.

El termostato también se puede utilizar como componente de seguridad. Si detecta que un motor se está calentando demasiado, abra el circuito para detener el motor y evitar que éste se sobrecargue. Así, pues, puede usted ver que los termostatos se emplean para múltiples propósitos. En la industria de la calefacción y el aire acondicionado básicamente controlan la temperatura de un área determinada para la comodidad de la gente. Recuerde que un termostato siempre sirve para lo mismo. Reacciona a los cambios de temperatura abriendo o cerrando un conjunto de contactos eléctricos.

En esta lección le enseñaremos a realizar la instalación de los termostatos para que operen adecuadamente, y a lograr que un sistema de calefacción o aire acondicionado produzca el ambiente de confort deseado.

Se ha suprimido el epígrafe acostumbrado de "Definiciones y descripciones", pues el incluido en la lección anterior cubre adecuadamente a ambas.

La instalación de un termostato

Ahora que ya conoce cómo funciona un termostato y que sabe el tipo de termostatos que se emplean en la industria de la refrigeración y el aire acondicionado, puede aprender a instalar un termostato. Tenga en cuenta que hay muchos diseños diferentes de termostatos debido a que hay muchos fabricantes. Así que antes de instalar un termostato, lo primero que deberá hacer es leer las instrucciones del fabricante. Debe seguirlas con la mayor precisión posible.

Después de haber leído las instrucciones, el primer paso es decidir en dónde instalará el termostato. La ubicación es muy importante. El termostato funciona de manera más eficiente si se coloca en donde mida las condiciones reales de temperatura del espacio que se va a enfriar o a calentar.

Nunca instale un termostato en la superficie interior de una pared exterior. La temperatura de una pared exterior cambia radicalmente con las condiciones ambientales. El termostato debe colocarse en un tabique interior.

Una vez que haya seleccionado el tabique interior adecuado, cerciórese de que el termostato no esté en el camino de corrientes de aire frío o caliente. No debe colocarse cerca de ningún respiradero, ventana o puerta exterior.

Si tiene la certeza de que el termostato no está en medio de las corrientes, lo siguiente que debe verificar es la fuente directa de calor. Mantenga siempre el termostato alejado de los rayos directos del sol. Aléjelo de chimeneas, lámparas o aparatos de televisión. Nunca instale un termostato sobre tubos de vapor o de agua caliente, ni en una pared de la cocina ni en las paredes cercanas al baño. El calor adicional hará que el termostato reaccione a las temperaturas que no estén en el espacio que se va a enfriar o a calentar.

Para un mejor funcionamiento, instale el termostato a cinco pies (1.50 m) del piso en una pared interior en que haya una circulación normal de aire. Recuerde que el termostato necesita estar en una pared que esté expuesta a temperaturas ambiente medias.

Ahora que tiene la ubicación perfecta, está listo para empezar. Por supuesto, recuerda que siempre debe manejar con cuidado el termostato. Un mal trato puede disminuir la precisión. Recuerde que el termostato es el controlador básico de su sistema, y que debe

funcionar con eficiencia y precisión para que su sistema trabaje en óptimas condiciones.

Las instrucciones de instalación varían de fabricante a fabricante, pero los pasos siguientes son comunes para todos ellos:

- Cuando instale un termostato con interruptor de mercurio, retire la envoltura que está alrededor del tubo de mercurio. Se coloca alrededor del tubo para protegerlo durante el envío.

- Desconecte el suministro de energía eléctrica antes de conectar el cableado al termostato. Esto evitará la posibilidad de una descarga eléctrica o de que se dañe el equipo.

- Asegúrese de que todo el cableado esté de acuerdo con los códigos locales de electricidad. Cerciórese de seguir el diagrama de cableado del fabricante.

- Selle la apertura del cableado de la pared.

- Utilice una cuerda de plomada o un nivel de burbuja para asegurarse de que esté nivelada la subbase o la placa de la pared.

- Siga la instrucciones del fabricante para hacer conexiones como, por ejemplo, del alambre de acometida a los tornillos de las terminales. Asegúrese de que todas las conexiones estén apretadas.

- Si es posible, utilice cables de colores para futuras referencias.

- Evite empalmar los cables.

- Si se engrapa algún cable para evitar el movimiento, asegúrese de no engraparlo por el aislamiento del mismo.

- Verifique el funcionamiento del termostato.

Ahora el termostato ya está listo para desempeñar su papel como centro nervioso de su sistema de calefacción o enfriamiento.

Marcas de terminales en la subbase del termostato

Para hacer las conexiones del cableado al instalar el termostato, tiene que conocer las marcas de las terminales que generalmente se emplean en la industria de la calefacción y el enfriamiento. Estas marcas se encuentran en la subbase, para que se puedan consultar fácilmente al hacer las conexiones. Cada marca es una letra diferente o una letra con un número. Aunque los códigos por colores no sean estándares en la industria, se reconoce que estos códigos siguen la identificación de las terminales lo más fielmente posible. Las marcas de las terminales más comunes son las siguientes:

LETRA	COLOR	FUNCION
V o R	Rojo	Fuente de energía
F o G	Verde	Ventilador
H o W	Blanco	Calor: una etapa
C o Y	Amarillo	Enfriamiento: una etapa
O	Naranja	Moderador de enfriamiento
B	Azul o café	Moderador de calefacción

La mayoría de los fabricantes de termostatos emplean las marcas R, G, W y Y, pero no todos. Sin embargo, nunca están mezclados los dos sistemas, así que usted no tendrá confusiones.

También se pueden usar otras marcas de terminales cuando se añaden más etapas a un termostato. *Las* más comunes son:

H_1 o W_1	Primera etapa en calefacción de dos etapas
H_2 o W_2	Segunda etapa en calefacción de dos etapas
C_1 o Y_1	Primera etapa en enfriamiento de dos etapas
C_2 o Y_2	Segunda etapa en enfriamiento de dos etapas
R_h	Energía: transformador de calefacción
R_c	Energía: transformador de enfriamiento

La Figura 33-1 le muestra algunas subbases comunes de termostatos con sus marcas de terminales. Observe que las marcas R, G, W y Y se utilizan en una subbase y que las marcas V, F, H y C se usan en la otra. Recuerde que nunca se mezclan estos dos sistemas.

Desde luego que ésta no es la única forma en la que se puede conectar la subbase. Existen muchas variaciones, pero éstas son típicas. La Figura 33-2 le muestra algunas conexiones diferentes para termostatos. Observe que se emplean la marcas R, G, W y Y.

Al estudiar estas ilustraciones, verá que cuanto más cambios tenga que hacer el termostato más compleja será la conexión. Si se añaden etapas tanto al calentamiento como al enfriamiento, se necesitarán aún más componentes.

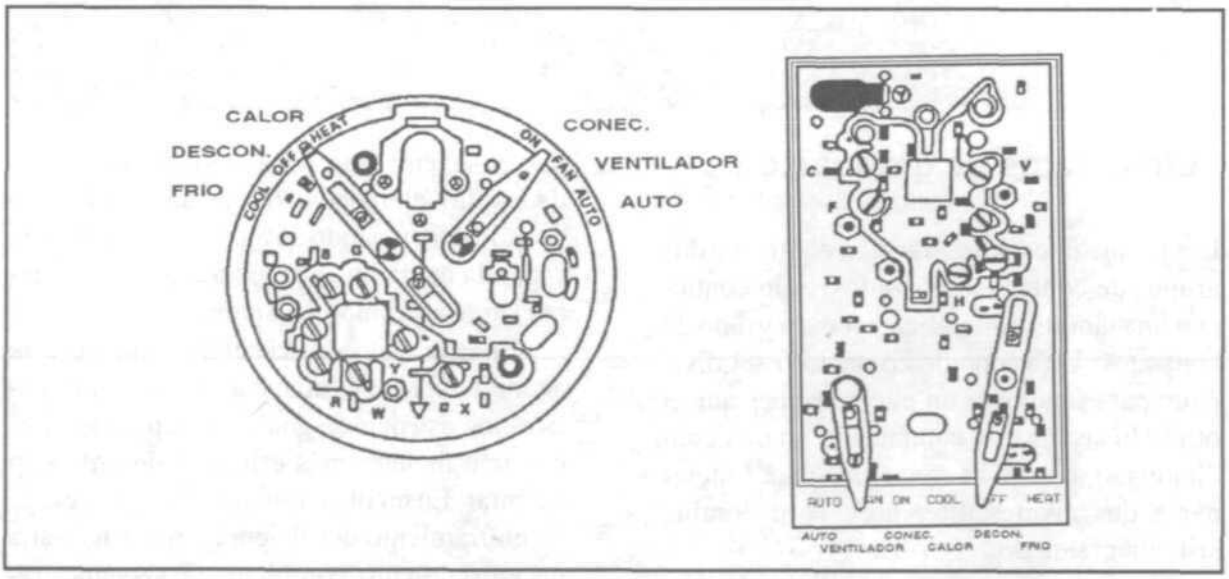


Fig. 33-1. Figura 33-1. Subbase de termostato.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V si considera verdadera la afirmación, o la letra F si la considera falsa.

1. Antes de instalar un termostato, lo primero es leer las instrucciones del fabricante.	F	V
2. Nunca se debe instalar un termostato sobre tubo de vapor o de agua caliente, ni en una pared de la cocina, ni en las paredes cercanas al baño.	F	V
3. Las instrucciones de instalación de un termostato varían de fabricante a fabricante.	F	V
4. Un termostato se puede conectar aún con carga eléctrica.	F	V
5. Las marcas de la terminal de un termostato se encuentran en la base para que se puedan consultar fácilmente al hacer las conexiones.	F	V

Respuestas

1. V 2. V 3. V 4. F (Antes de conectar el cableado al termostato, se debe desconectar el suministro de energía eléctrica.) 5. F (Se encuentran en la subbase.)

Termostatos de graduación

Los termostatos de graduación contienen dos grupos de contactos separados. Sólo contienen una lámina bimetálica por cada grupo de contactos. Un grupo de contactos está diseñado para funcionar un poco después que el otro. Un sistema de calefacción y aire acondicionado, diseñado como éste para funcionar a dos niveles diferentes, se denomina sistema graduado.

Un sistema graduado está diseñado para funcionar a la mitad de su capacidad hasta que el sistema no pueda atender las necesidades de calefacción o aire acondicionado del edificio. Cuando se alcanza ese punto, la segunda etapa inicia su operación y el sistema sigue enfriando o calentando.

En la industria de la calefacción y el aire acondicionado se están haciendo muy populares los sistemas de graduación, porque ofrecen una manera más eficiente de enfriar o calentar. En un día templado, es baja la carga de enfriamiento del sistema y no se necesita un enfriamiento completo. El sistema graduado funcionará a la mitad de su capacidad.

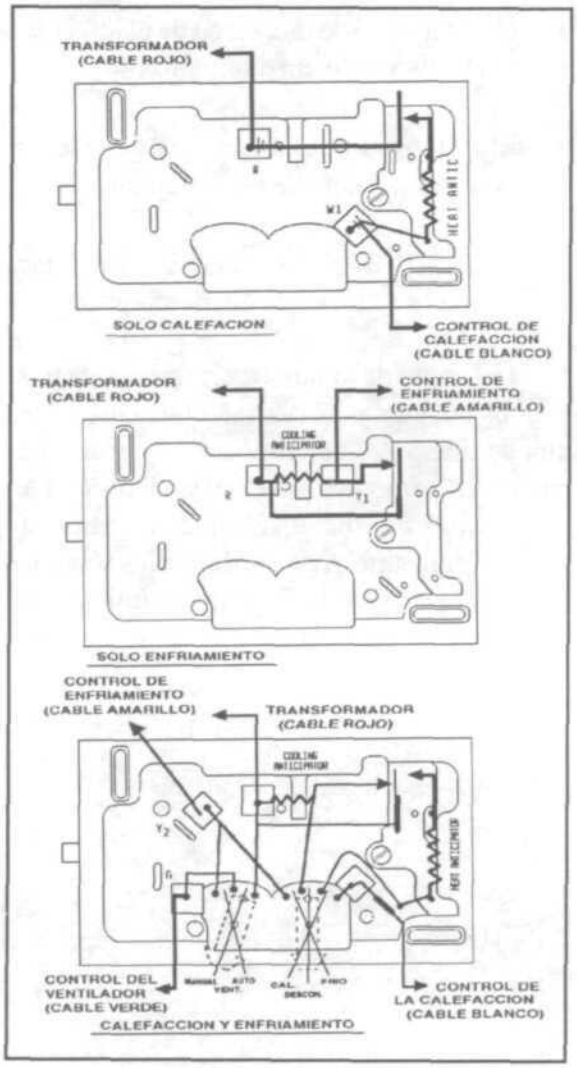


Figura 33-2. Conexiones del termostato.

Si el día es muy cálido y se necesita toda la capacidad, operarán todas las etapas. La graduación se puede aplicar tanto en la calefacción como en el enfriamiento.

La Figura 33-3 muestra un diagrama esquemático de un sistema de aire acondicionado de dos etapas de calefacción y dos etapas de enfriamiento. Observe que cada grupo de contactos está unido a una lámina bimetálica.

Un termostato de graduación está diseñado para usarse en un sistema que tenga dos o más etapas de calefacción, de aire acondicionado o de ambos. Por ejemplo, en un termostato de enfriamiento de dos etapas, con un rango de 47 a 86 grados Farenheit (8 a 30 °C), se puede ajustar un grupo de contactos para cerrarse a los 75 grados F (23.8 °C), y el otro entre 76.5 y 78 °F (24.7 a 25.5 °C). Un termostato de calefacción de dos etapas podría cerrar un grupo de contactos a 75 °F (23.8 °C) y el otro a 72 °F (22 °C).

El diferencial de operación

En un termostato de enfriamiento graduado, la primera etapa cierra a 2 °F(-16.5 °C) sobre la temperatura establecida. Si la temperatura sigue aumentando, la segunda etapa cerrará a 4 °F (-15.4 °C) sobre la temperatura establecida. Esta diferencia de temperatura es el diferencial de operación. Ambos interruptores estarán abiertos a la temperatura establecida.

Si la temperatura de graduación es un termostato de calefacción de dos etapas, la primera etapa cierra a 2 °F (-16.5 °C) por debajo de la temperatura establecida. Si la temperatura sigue bajando, la segunda etapa cerrará a 4 °F (-15.4 °C) por debajo de la temperatura establecida. Una vez más, am-

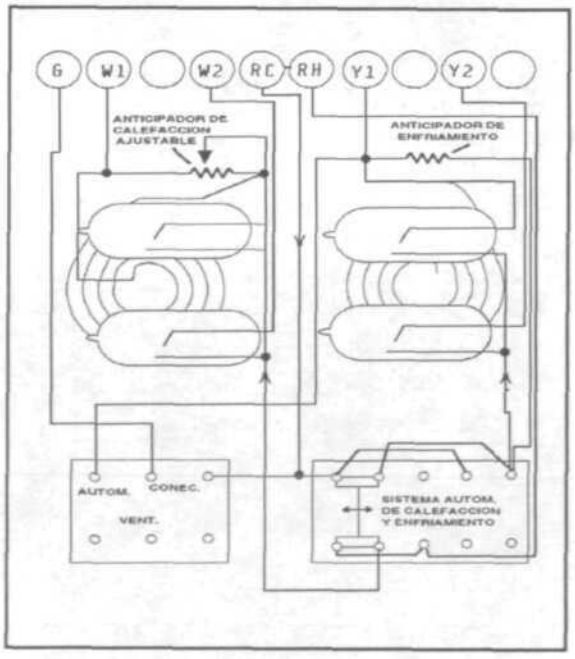


Fig. 33-3. Termostato de dos etapas de calefacción y dos de enfriamiento.

bos interruptores estarán abiertos a la temperatura establecida.

Las marcas de la terminal son las mismas en los termostatos de graduación que en los termostatos normales, pero las etapas de calefacción o de enfriamiento estarán marcadas con un 1 o un 2 después de la letra principal: por ejemplo, Rl, R2 y R3. El número 1 representa la primera etapa, el número 2 la segunda, el número 3 la tercera y así sucesivamente. Cuando instale termostatos de graduación, debe prestar mucha atención a las letras al hacer las conexiones de las terminales.

Estos son algunos termostatos corrientes de graduación utilizados en la calefacción y el enfriamiento:

- el termostato de una etapa de calefacción y dos etapas de enfriamiento
- El termostato de dos etapas de calefacción y una etapa de enfriamiento
- el termostato de dos etapas de calefacción y dos etapas de enfriamiento

Usted puede tomar los principios termostáticos básicos y las variaciones de los tres tipos principales de termostatos y armar termostatos para cualquier necesidad de calefacción o enfriamiento. Cuanto más eficiente sea el termostato, más confortables serán las temperaturas y mejor el funcionamiento del equipo en la vida diaria.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Los termostatos_____contienen dos grupos de contactos separados.
2. Un grupo de contactos está diseñado para funcionar_____que el otro.
3. Un termostato de graduación está diseñado para usarse en un sistema que tenga dos o más etapas de calefacción, de_____o de ambos.
4. Un termostato de calefacción de dos etapas podría cerrar un grupo de contactos a 75 °F (23.8 °C) y el otro a_____.
5. Cuando se instala un termostato de graduación, se debe prestar mucha atención a las letras al hacer las conexiones de_____.

Respuestas

1. de graduación 2. un poco después 3. aire acondicionado 4. 72 F° (22 °C) 5. las terminales

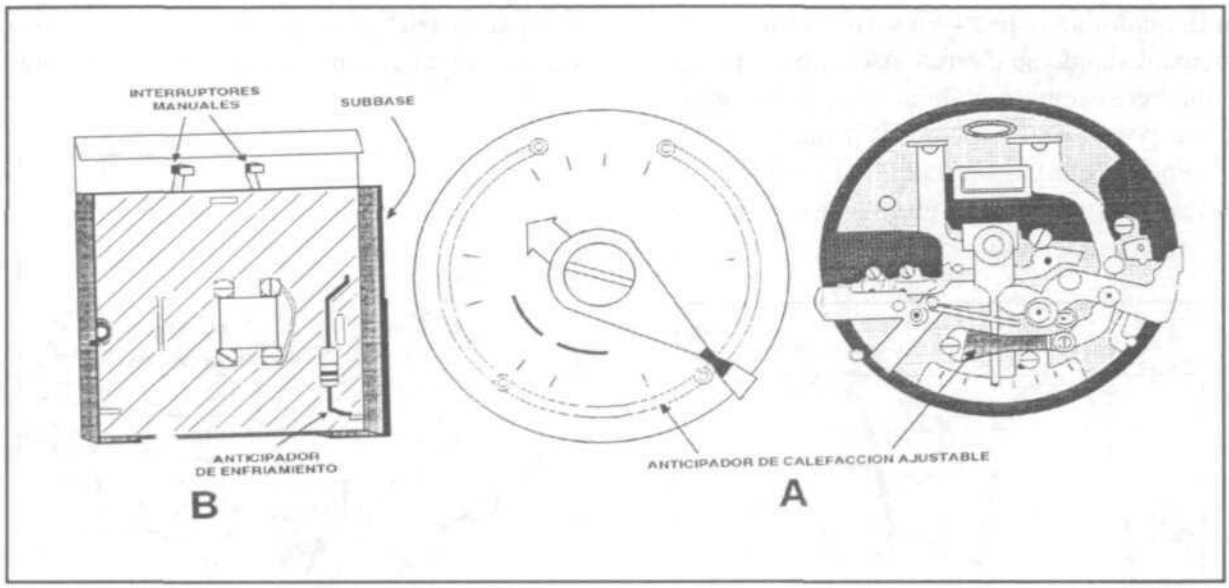


Fig. 33-4. Anticipadores de termostato. Calefacción *(A).* Enfriamiento (B).

Anticipadores de termostatos

Uno de los principales elementos de un termostato, y el que lo mantiene funcionando eficientemente, es el anticipador.

Usted oyó hablar de los anticipadores cuando estudiaba los tres principales tipos de termostatos. Puesto que son tan importantes para que la calefacción o el enfriamiento sean eficientes, veámoslos con mayor detalle.

El anticipador se emplea en el termostato para proporcionar una temperatura más uniforme en el área que se va a enfriar o a calentar. Está diseñado para que el termostato cierre el sistema un poco antes de la temperatura establecida. Un termostato puede tener un anticipador de calor, un anticipador de frío, o ambos. La Figura 33-4, que ya vio en esta lección, le muestra ambos.

El anticipador de calor

Sin un anticipador de calor, el termostato permitiría que hubiera amplias variaciones de la temperatura establecida. Esto se aplica especialmente a los sistemas de aire caliente forzado. Si el termostato está ajustado a 74 °F (23.1 °C), el calor seguirá. Sin embargo, habrá un retraso antes de que entre aire caliente a la habitación, porque el horno debe calentarse primero. Así que quizás baje la temperatura a 72 o 73 °F (22 a 22.5 °C) antes de que el fuelle sople aire caliente.

El mismo problema se presenta cuando se enciende el calor. Al aire caliente le lleva tiempo llegar al espacio ocupado. A esto se le llama retraso del sistema. Todo el tiempo que el sistema permanezca trabajando, aumentará la temperatura. Quizás se detenga el calentador, pero el sistema aún está caliente y el fuelle seguirá funcionando hasta que éste se enfríe. Esto hará que la temperatura aumente más de lo deseado.

La diferencia de temperatura entre la apertura del termostato y el momento en que ya no sopla aire caliente se llama rebase de los límites. Si se combina esto con el retraso del sistema, puede haber una variación de temperatura hasta de cinco grados.

Se puede controlar esta diferencia de temperatura si se usa un anticipador de calor. Recuerde que el anticipador de calor es una resistencia que proporciona una pequeña fuente de calor cerca de la lámina bimetálica. Esto hace que la lámina bimetálica esté un poco más caliente que el aire que la rodea. El

anticipador se conecta en serie con los contactos. Cuando se cierran éstos y hacen funcionar el sistema de calefacción, la corriente fluye por el anticipador. Esto hace que se caliente la lámina bimetálica. El calor abre antes los contactos del termostato, cerrando el horno y reduciendo el rebase de los límites.

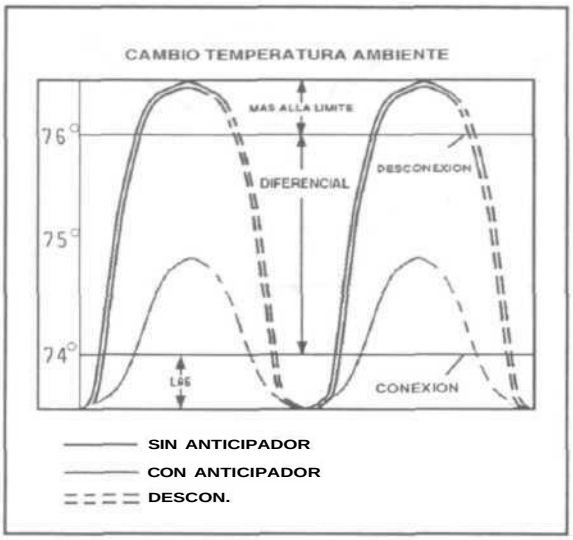


Fig. 33-5. Cambio de temperatura ambiente.

La gráfica de la Figura 33-5 muestra el cambio de la temperatura cuando se usa un termostato con anticipador y se le compara con uno que no lo tiene. La temperatura de desconexión es el punto en que el termostato desconecta el calentador. La temperatura de conexión es el punto en que el termostato pone en operación el calentador. La anticipación no elimina completamente e! retraso y el rebase, pero estos factores sí se reducen y la temperatura se mantiene más uniforme.

Hay dos tipos de anticipadores de calor en la industria:

fijos

ajustables

El anticipador de calor fijo no es ajustable y no es muy versátil. El anticipador de calor ajustable puede ajustarse a casi todos los sistemas de control. Debe ajustarse con la corriente eléctrica o los amperes que consuma la carga. Este ajuste se puede hacer con una palanca de ajuste que se mueva a lo largo de una escala, como lo muestra la Figura 33-6.

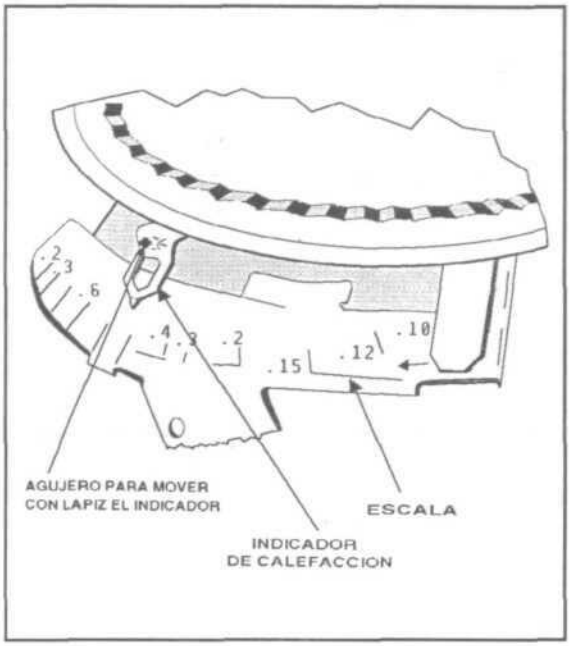


Fig. 33-6. Palanca de ajuste del anticipador de calor.

La palanca de ajuste del anticipador debe moverse de un cuarto a la mitad de la división de la escala. Para periodos de encendido más largos, ponga la palanca de ajuste a un valor en amperes un poco más alto. Para periodos de encendido más cortos, ajuste la palanca a un valor en amperes un poco más bajo. El anticipador suministrará calor proporcionalmente a la cantidad de corriente que controla el termostato. El indicador señala la corriente que consume el relevador o la válvula exterior. Un ajuste común del anticipador es 0.4 amperes. Generalmente se encuentran los anticipadores en el rango de 0.1 a 1.5 amperes.

Precaución: Nunca ponga a corto el control con un alambre de puente. Esto hará que el anticipador de calor opere a plena potencia. El anticipador se puede sobrecalentar y quemar. Recuerde, antes de hacer cualquier ajuste, que primero debe leer las instrucciones del fabricante del equipo para establecer valores adecuados del anticipador.

El anticipador de calor siempre se localiza cerca de la lámina bimetálica del termostato.

El anticipador de frío

El anticipador de frío funciona de manera un poco distinta al anticipador de calor. No es ajustable y sus dimensiones las establece el fabricante del termostato para que haya una buena anticipación. Algunas veces al anticipador de frío se le conoce como anticipador fuera de ciclo. Aunque también añade calor a la lámina bimetálica, lo hace durante el ciclo de "apagado".

Cuando se cierran los contactos del termostato, la corriente pasa por los contactos y no por el anticipador de frío, debido a que la corriente fluye por donde encuentra menor resistencia. Cuando están abiertos los contactos del termostato, la corriente pasa por el anticipador y calienta la lámina bimetálica. El calor hará que los contactos se cierren antes y que la temperatura se mantenga más uniforme. Conforme se cierran los contactos, el anticipador de frío se elimina por cortocircuito. No se produce más calor y el termostato se enfría normalmente. Cuando la habitación se enfría a la temperatura ajustada (deseada), el termostato se abre y pone fuera

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Dispositivo que se emplea en el termostato para proporcionar una temperatura más uniforme en el área que se va a enfriar o a calentar. _____
2. Dispositivo en cuya ausencia el termostato permitiría que hubiera amplias variaciones de la temperatura establecida. _____
3. Punto en el cual el termostato pone en operación al calentador de un sistema de calefacción. _____
4. Anticipador que no es ajustable ni muy versátil. _____
5. Tipo de anticipador también conocido como anticipador fuera de ciclo. _____

a. anticipador de calor fijo
b. temperatura de conexión
c. anticipador de ciclo
d. anticipador de calor
e. anticipador

Respuestas

1. e 2. d 3. b 4. a 5. c

de servicio el aire acondicionado. Posteriormente se vuelve a conectar el anticipador en el circuito y empieza a calentar otra vez, lo cual hace funcionar el circuito.

Los anticipadores de frío por lo general se encuentran en los termostatos de pared de baja tensión. Observe que el anticipador de frío no es tan importante como el anticipador de calor, porque el equipo de enfriamiento funciona casi instantáneamente, mientras que en el equipo de calefacción hay un retraso en la producción de calor. Sin embargo, ambos anticipadores son importantes para conservar uniforme la temperatura ambiente.

Mantenimiento del termostato

Ahora que ya conoce cómo y por qué funciona el termostato, puede usar este conocimiento para proporcionarle mantenimiento. Parece que la mayor parte de los problemas del termostato tiene que ver con un componente eléctrico que no funciona adecuadamente. Un buen técnico de servicio podrá localizar el componente y repararlo o reemplazarlo. Ahora que ya entiende la operación y el funcionamiento de un termostato, podrá ser ese técnico experimentado. Recuerde que los problemas del termostato en ocasiones son el resultado de una conexión incorrecta y no del termostato en sí. Primero revise las conexiones. Cerciórese de que todas las conexiones estén bien apretadas y de que no esté roto ningún cable de control.

Los cambios excesivos de temperatura en el área que se va a calentar o a enfriar pueden ser el resultado de una serie de problemas o de una combinación de ellos. El más común es que el termostato no esté nivelado. Si un termostato de interruptor de mercurio no está nivelado, los contactos no se cerrarán ni se abrirán correctamente. Esta debe ser una de las primeras cosas que debe revisar.

Otros problemas que hay que verificar son los siguientes:

- si el termostato está expuesto a una falsa fuente de calor o de frío.
- si el diferencial es incorrecto.
- si el termostato no está expuesto al aire en circulación.
- si el ajuste del anticipador es incorrecto.
- si el alto voltaje provoca el sobrecalentamiento del anticipador.
- si el termostato necesita volver a calibrarse.
- si hay un problema del termostato en el sistema.

Si el termostato se pone en corto; es decir, si se desconecta antes de la temperatura establecida, es muy probable que el termostato esté expuesto a una falsa fuente de temperatura. Verifique que no haya corrientes u otras fuentes de calor o de frío que afecten directamente el termostato. Si no encuentra la corriente, vea si el diferencial es demasiado pequeño. Si el diferencial es adecuado, trate de volver a ajustar el anticipador a una cifra más alta, para que sea más largo el ciclo de calentamiento. Si ninguna de estas áreas presenta problemas, quizás el problema esté dentro del sistema.

Si el sistema permanece en operación después de la temperatura establecida, tiene que volver a verificar que no haya alguna falsa fuente de calor o de frío. Quizá el diferencial sea demasiado grande o el sistema demasiado pequeño.

Si el ciclo de calentamiento permanece en operación demasiado tiempo, puede acortarse si se vuelve a ajustar el anticipador a un

ajuste menor. No obstante, tenga cuidado en no ajustado demasiado bajo o quemará el anticipador.

En ocasiones el problema no está en ninguna de estas áreas. Quizás tenga que calibrarse el termostato. La calibración es el reajuste del termostato para que la temperatura esté en línea con la temperatura del área que se va enfriar o calentar. Para algunos termostatos no se recomienda la calibración de campo, así es que verifique las instrucciones del fabricante.

Los termostatos son calibrados con mucha precisión en la fábrica y la calibración debe ser su último recurso. Sin embargo, si es preciso volver a calibrar su termostato, asegúrese de seguir las instrucciones exactas del fabricante. Para que tenga un ejemplo, éstos son los pasos que se siguen para volver a calibrar un termostato típico:

- Retire la cubierta del termostato.
- Ajuste el termostato por debajo de la temperatura ambiente. El sistema debe permanecer fuera de servicio durante diez minutos antes de continuar.
- Suba lentamente el ajuste hasta que se cierren los contactos. Si el indicador del termostato y el indicador de ajuste no tienen la misma lectura, continúe con la calibración.
- Coloque el indicador de ajuste unos cuantos grados sobre la temperatura ambiente.
- Deslice la llave de calibración (que envía el fabricante) en la tuerca de calibración que está debajo de la lámina bimetálica.
- Dé vuelta a la tuerca de calibración en el sentido de las manecillas del reloj.
- Coloque el control del termostato en un ajuste bajo y espere cinco minutos.
- Dé vuelta al control lentamente hasta que los controles tengan la misma lectura.
- Mantenga firme el control y dé vuelta a la tuerca de calibración en sentido contrario a las manecillas del reloj hasta que el interruptor de mercurio se deslice hasta el extremo del contacto de calor del tubo.
- Revise la temperatura del termostato una vez más y vuelva a colocar la cubierta del termostato.

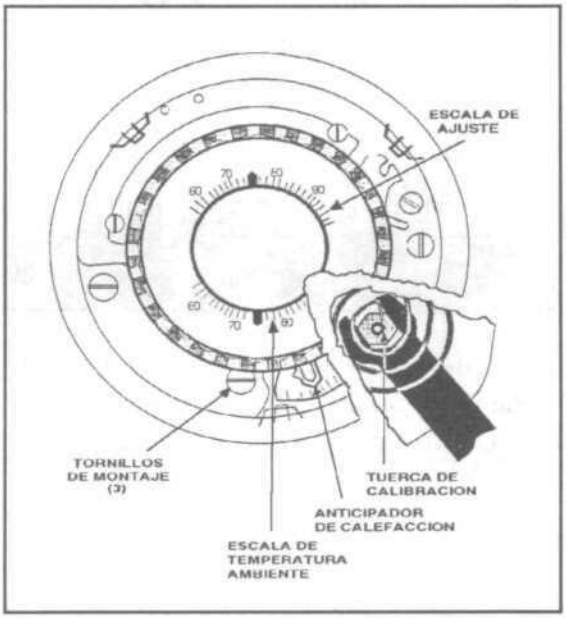


Fig. 33-7. Tuerca de calibración.

La Figura 33-7 le muestra exactamente dónde se encuentra localizada la tuerca del calibrador.

Ahora el termostato debe estar en buenas condiciones de funcionamiento. Con un mantenimiento bueno y constante, el termostato se puede mantener en buen estado.

Usted deberá revisar periódicamente que las terminales estén apretadas y no se oxiden.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. La mayor parte de los problemas del termostato tienen que ver con un_____que no funciona adecuadamente.
2. Si un termostato se pone en corto es muy probable que esté expuesto a una_____de temperatura.
3. La_____es el reajuste del termostato para que la temperatura esté en línea con la temperatura del área que se va a enfriar o calentar.
4. Los termostatos son calibrados con mucha precisión en_____.
5. Se deberá revisar periódicamente que las terminales de un termostato estén_____y no se oxiden.

Respuestas

1. componente eléctrico 2. falsa fuente 3. calibración 4. la fábrica 5. apretadas

Si los contactos están expuestos, limpíelos. Puede usar un material anticorrosivo como, por ejemplo, un pedazo de cartón. Limpie de polvo y pelusa la superficie sensora. Esto mantendrá al termostato libre de problemas,

Resumen

Cuando se instala un termostato es necesario leer la instrucciones del fabricante. Posteriormente debe figurarse dónde colocará el termostato. Debe desconectar la energía eléctrica, asegurarse de que la subbase esté a nivel, conectarla, unir la base y la cubierta, y luego revisar el funcionamiento del termostato.

Para conectar las terminales, necesita saber lo que significan las marcas de la terminal. Las marcas que se emplean con mayor frecuencia son R, G, W e Y. R significa fuente de energía, G es la terminal del ventilador, W es la terminal de calefacción e Y es la terminal de enfriamiento. Si un termostato tiene más de una etapa, después de las letras se emplean números para designar a qué etapa corresponde esa terminal.

Un termostato de etapas es aquél que tiene dos grupos de contactos separados. Un sistema de etapas es un sistema de calefacción o enfriamiento diseñado para funcionar a dos niveles diferentes. Cada grupo de contactos está unido a una lámina bimetálica. Un grupo está diseñado para funcionar un poco después del otro, de tal manera que no se emplee todo el sistema, a menos de que sea necesario.

Los problemas del termostato por lo general son el resultado de una mala conexión, así que ésta es la primera área que se debe revisar cuando se presenten problemas. Verifique que el termostato esté a nivel, que no haya corriente y que el diferencial sea el adecuado. Finalmente, puede que necesite volver a calibrar el termostato. Mediante un buen mantenimiento se pueden eliminar los problemas de este último.

Es necesario controlar la temperatura en todas las fases de la industria de la calefacción y el enfriamiento. Toda esta industria tiene por objeto hacer un ambiente más cómodo en el hogar y el trabajo. En la industria hay también gran demanda para proteger del sobrecalentamiento la maquinaria. Es por ello que es sumamente importante el control de la temperatura.

Como ya le hemos dicho, los termostatos son los dispositivos de control que emplea la industria de refrigeración y aire acondicionado para este importante trabajo. Un termostato eficiente es lo que hace que sea eficiente el sistema de enfriamiento. A usted le conviene saber CÓMO Y POR QUÉ funciona. Con lo que ha aprendido en esta lección, pronto será el mejor técnico que pueda haber.

Tareas prácticas

Verificación de la instalación de un termostato

Materiales que usted necesitará

- Una instalación de aire acondicionado del tipo multizona
- Papel y lápiz

Información previa

Los termostatos están diseñados para controlar la temperatura de un local dentro de una escala bastante amplia, generalmente entre 50 y 90°F (10 y 32°C). Las calibraciones normales están entre 68 y 80°F (20 y 27°C).

La sensibilidad de un termostato depende del rezago del sistema y del diferencial de operación. El rezago del sistema es la cantidad de tiempo de calefacción o enfriamiento que aquél requiere para producir un cambio en la temperatura, detectable por el termostato. El diferencial de operación de un termostato es el cambio de la temperatura del aire que es necesario para abrir o cerrar los contactos.

Lo que usted deberá hacer

Verificar físicamente la forma de instalación de un termostato de pared para un sistema de aire acondicionado del tipo multizona.

Procedimiento

1. Localice en su comunidad un lugar en donde exista aire acondicionado del tipo multizona.
2 Solicite permiso para conocer físicamente el sistema.
3. Localice la ubicación del termostato.
4. Analice su posición de instalación: altura del piso, tipo de muro, distancia al flujo de aire de entrada de los difusores, distancia a las ventanas o muros exteriores.
5. Siga el cableado del termostato identificando el color de los cables.
6. Busque la conexión de los cables en la unidad central.
7. Haga un diagrama del circuito de instalación.
8. Verifique su diagrama con la información de esta lección.

Conclusiones

Una adecuada instalación del termostato garantiza una adecuada operación del sistema. Un buen técnico de servicio debe, pues, conocer bien la forma correcta de instalar este aparato.

y después... ¿qué sigue?

¿De qué se compone el aire líquido? ¿Qué mide el cilindro de oxígeno más común? ¿Qué es el acetileno y cómo se fabrica? ¿Cómo se levanta un cilindro de gas a alta presión? ¿Cuáles son las principales clases de sopletes? ¿Qué hacen los reguladores? ¿Qué es una manguera gemela? ¿Cómo se verifican las fugas de una manguera? ¿Debe o no echar chispas una buena varilla de soldadura?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. Para un mejor funcionamiento, el termostato se debe instalar en una pared interior en que haya una circulación normal de aire y a una altura de

a. 1.75 m.
b. 2.00 m.
c. 1.25 m.
d. 1.5 m.

2. Para poder consultar fácilmente, al hacer las conexiones, las marcas de la terminal de un termostato éstas se encuentran en

a. la base.
b. la cubierta.
c. la subbase.
d. las terminales.

3. El número de grupos de contactos separados que tienen los termostatos de graduación es de

a. uno
b. dos.
c. tres.
d. cuatro.

4. En un termostato de enfriamiento graduado, la primera etapa cierra a una temperatura de

a. -16.5 °C.
b. -15.6 °C.
c. -15.0 °C.
d. -16.0 °C.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES

Calificación

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L433

5. Un anticipador de termostato se emplea para proporcionar una temperatura

a. más alta.
b. más uniforme.
c. más baja.
d. igual.

6. El indicador del termostato señala la corriente que consume el relevador o

a. capacitor.
b. conmutador.
c. la válvula exterior.
d. el termostato.

7. Los anticipadores de frío por lo general se encuentran en los termostatos

a. de milivolts.
b. de alta tensión.
c. de tensión de línea.
d. de pared de baja tensión.

8. Si el interruptor de mercurio de un termostato no está a su nivel, los contactos

a. se abren prematuramente.
b. no se abren ni se cierran correctamente.
c. se cierran tardíamente.
d. se abren y se cierran correctamente.

9. Para algunos termostatos no se recomienda la calibración de campo, así es que hay que verificar

a. las instrucciones del fabricante.
b. el relevador.
c. las conexiones.
d. el contactor.

10. Con un mantenimiento adecuado, el termostato se puede mantener

a. fuera de operación.
b. descompuesto.
c. en buen estado.
d. en reparación.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción 3
1. Definiciones y descripciones 3
2. El oxígeno 4
3. El acetileno 6
4. El equipo de soldadura 9
5. Reglas de seguridad 19
6. Resumen 21
7. Tareas prácticas 21
8. Examen .., ... 23

Soldadura autógena

L434 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

El oxígeno, 4
- Cilindros de oxígeno, 5

El acetileno, 6
- Cómo se fabrica el acetileno, 6
- Cilindros de acetileno, 7
- Manejo de los cilindros, 8

El equipo de soldadura, 9
- El soplete, 9
- Boquillas para soldar, 10
  - Limpieza, 10
- Reguladores, 12
- Medidas para la seguridad del regulador, 13
- Mangueras, 14
  - Cómo verificar si una manguera tiene fugas, 14
- Cómo comprobar si.hay fugas, 15
  - Consejos, 17
- Selección de la varilla de soldadura, 18
  - Varillas de acero, 18
- Las ropas del soldador, 18

Reglas de seguridad, 19

Resumen, 21

Tareas prácticas:
- Identificación de las partes de un soplete, 21

Examen, 23

Introducción

El procedimiento para fundir y unir dos piezas de metal mediante el calor se conoce como soldadura. Con el calor, los metales se hacen líquidos, fluyen y se mezclan para formar una sola pieza. La unión de metales por medio de la soldadura es una técnica moderna, a la vez que un arte de la Antigüedad. Desde época tan lejana como el año 2,000 a. de C, los artesanos soldaban el oro y el bronce para hacer vistosas joyas. El hierro se suelda también desde tiempos muy remotos: el año 1,000 a. de C.

Fíg. 34-1. En las civilizaciones de la antigüedad la soldadura se utilizaba para hacer vistosas joyas.

La soldadura no se desarrolló lo bastante como para desempeñar un papel en la Revolución Industrial. A decir verdad, casi todos los avances modernos de la soldadura tuvieron lugar en fechas bastante recientes, durante el siglo 20. En la actualidad, es muy rara la industria en la que no se utilice la soldadura en alguna de sus variadas formas.

Las primeras flamas de gas usadas en la soldadura eran una mezcla de oxígeno e hidrógeno. Estas flamas podían fundir el oro y la plata, pero no el acero. De modo que se inició la búsqueda de un gas que pudiera producir una flama con el calor necesario para fundir el acero. El acetileno es uno de estos gases. Es una sustancia artificial que se inventó durante la década de 1830. Produce una de las flamas de más alta temperatura conocidas hasta ahora. Cuando se mezcla con el oxígeno ("oxi"), se transforma en un compuesto al que llamamos oxiacetileno.

Definiciones y descripciones

Antes de adentrarnos en los aspectos específicos de nuestra lección, vamos a ver algunos de los términos de uso más frecuente en la industria de la soldadura autógena o de oxiacetileno. Si se toma usted el tiempo necesario para familiarizarse con estos términos, le será más fácil comprender la lección. Acuérdese de consultar esta lista siempre que tenga alguna duda.

ANTEOJOS DE SOLDADOR *(welding goggles).* Anteojos con lentes especiales para proteger la vista contra los rayos de luz perjudiciales durante la operación de soldar.

ANTORCHA *(blowpipe).* Otro nombre que se le da al soplete.

BOQUILLA PARA CORTAR *(cutling tip).* Parte del soplete cortador de oxígeno del que sale el gas oxiacetilénico.

CASQUETE DE SEGURIDAD *(safety cap).* El casquete del cilindro, que protege las válvulas y el regulador.

CONO INTERIOR *(inner cone).* La flama pequeña que produce la mayoría del calor de la soldadura autógena.

FERROSO *(ferrous).* Palabra derivada del nombre del hierro en latín. El acero es un metal ferroso, por lo que su elemento principal es el hierro.

OXIDACIÓN *(oxidatiorí).* Herrumbre causada por la reacción del metal al oxígeno.

OXIDO *(oxidé).* Impurezas que se encuentran en el oxígeno.

PRESIÓN DEL CILINDRO *(cylinder pressure).* La presión del contenido de un

cilindro. Cuando un cilindro de oxígeno está lleno, contiene como 2,700 libras (1,224.72 kg). Un cilindro lleno de acetileno contiene unas 250 libras (113.4 kg).

PRESIÓN DE TRABAJO *(working pressuré).* Uno de los dos indicadores ajustables que tienen los reguladores de los cilindros.

REGULADOR *(regulator).* Aparato que regula la cantidad de gas que fluye de las válvulas de los cilindros.

RESISTENCIA A LA CORROSIÓN *(corrosión resistance).* Resistencia a la herrumbre y los óxidos.

ROSCA A LA IZQUIERDA *(left-handed thread).* Lo contrario de la rosca a la derecha, sea que se dé vuelta en el sentido de las manecillas del reloj o en el sentido opuesto.

El oxígeno

El oxígeno es el elemento más importante de nuestro planeta. Constituye alrededor del 21% de nuestro aire y como el 90% de toda el agua de la Tierra. Sin el oxígeno Ja vida, tal como la conocemos, no existiría.

El oxígeno se combina con el carbono y el hidrógeno para producir energía y calor. También se combina con casi todos los demás elementos existentes en el Universo, incluyendo todos los metales. Este fenómeno se conoce como oxidación. La oxidación causa la herrumbre en los metales ferrosos. Usted habrá observado el proceso de oxidación en las carrocerías de muchos automóviles viejos. En condiciones normales, la oxidación es un proceso lento.

Todas las personas que trabajan con oxígeno debieran acordarse de un punto muy importante. Este es que el oxígeno hace que otras sustancias se vuelvan muy inflamables, razón por la que el oxígeno puede ser sumamente peligroso. El oxígeno puro hace que el fuego arda con mucha mayor intensidad y rapidez que en el aire común y corriente, el cual contiene otros gases además de oxígeno.

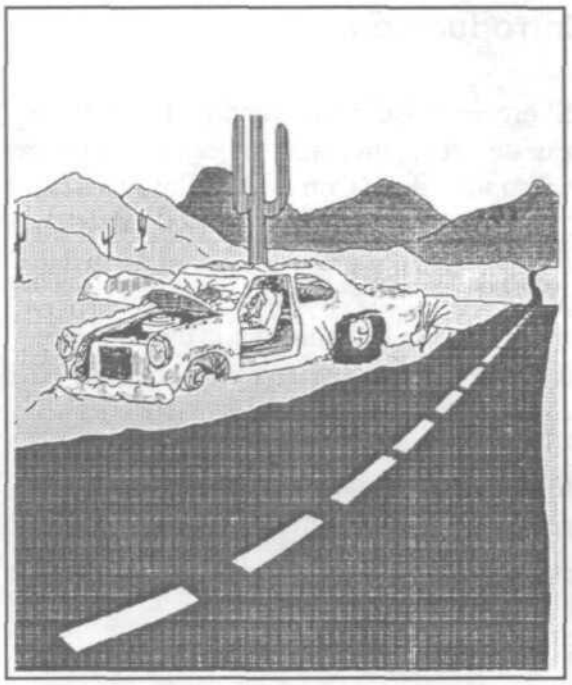


Fig. 34-2. El lento pero constante proceso de oxidación en pleno funcionamiento.

Los aceites y las grasas se oxidan, o arden con gran rapidez al ponerse en contacto con el oxígeno. Por lo tanto, hay que mantenerlos lejos de las mangueras y reguladores del oxígeno. Igualmente, hay que asegurarse de que los lubricantes utilizados en las roscas o en los anillos toroidales de los cilindros de oxígeno sean productos elaborados para ese fin específico.

En su mayoría, el oxígeno para usos comerciales se toma de la atmósfera mediante un proceso de separación. Este frecuentemente se denomina "el proceso de aire líquido". (También se puede obtener oxígeno haciendo pasar por el agua una corriente eléctrica, un proceso que se conoce como electrólisis).

Luego, el aire es comprimido y se le quita el calor. En esa etapa, se hace líquido. Ahora, el aire líquido se compone de oxígeno líquido, nitrógeno líquido y argón líquido. Cada uno de los tres tiene un punto de ebullición diferente. De manera que cuando el líquido es calentado, el nitrógeno se hace gaseoso antes que el oxígeno.

Cilindros de oxígeno

Los cilindros de oxígeno tienen distintas capacidades, que van desde aproximadamente 565 litros (20 pies cúbicos), hasta 850 litros (300 pies cúbicos). El cilindro más común mide 1.5 m de alto y 23 cm de diámetro. Puede soportar una presión del oxígeno de unas 2,200 libras por pulgada cuadrada (psi). Se conoce como un cilindro de alta presión. El oxígeno que contiene pesa alrededor de 9 kg y el propio cilindro como 59 kg.

Le agradará conocer que estos cilindros están fabricados de placas de acero de alta resistencia", y que siempre son probados antes de ponerlos en servicio. En los Estados Unidos de América, la ley dispone que una vez que están en servicio deben probarse por lo menos una vez cada diez años.

Los reglamentos para la fabricación, prueba, venta, llenado y mantenimiento de los cilindros de oxígeno son expedidos en los Estados Unidos por el Departamento de Transportes (DOT), que sustituyó en esa tarea a la Comisión de Comercio Interestatal (ICC) del mismo país. Es por ello que algunos cilindros están marcados con las letras DOT, mientras que los más antiguos llevan las letras ICC. Dichas marcas se encuentran en los hombros del cilindro, que son de acero mucho más resistente. Asimismo, el cilindro lleva una fecha que indica cuándo fue puesto en servicio. Los organismos nacionales correspondientes regulan esto en otros países.

El latón es el principal componente de la válvula de oxígeno del cilindro. Su salida tiene una rosca y está terminada a máquina de acuerdo con las normas nacionales correspondientes. En los Estados Unidos éstas fueron fijadas hace varios años por la Asociación de Gas Comprimido (CGA).

Actualmente, en aquel país, las normas las fija el Instituto Americano de Normas Nacionales (ANSÍ). La válvula tiene un disco de seguridad. Tal vez algún día se sienta agradecido por ello. El disco está diseñado para que se dispare en caso de que la presión en el interior sea excesiva para el tanque. Así se evita que explote el propio cilindro.

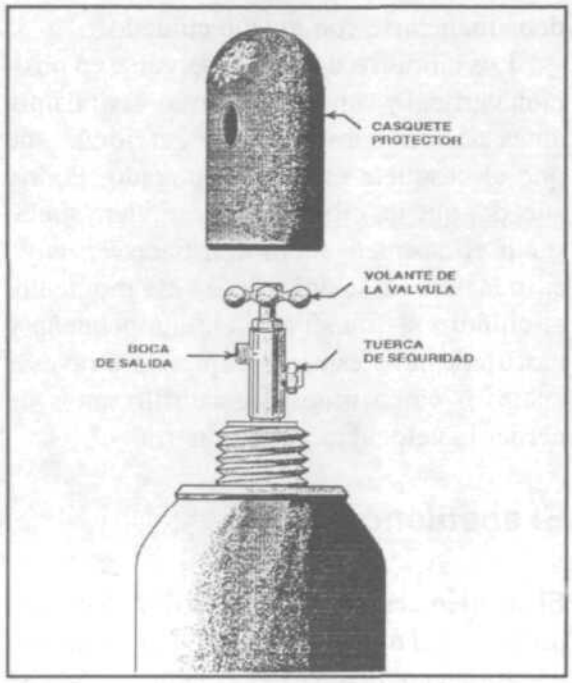


Fig. 34-3. El casquete protector protege la válvula cuando el cilindro no está en uso.

Queremos insistir en la importancia de tener mucho cuidado al manejar el oxígeno, por lo que le daremos un dato impresionante para que no lo olvide. En un cilindro de oxígeno, cada pulgada cuadrada (6.452 cm cuadrados) es igual a una tonelada de presión. Obviamente, un cilindro de oxígeno podría ser sumamente peligroso. Siempre

Fig. 34-4. Si no se maneja con cuidado, el cilindro de oxígeno puede ir a parar a la Luna, con el operario a bordo.

debe manejarse con mucho cuidado.

Los cilindros deben conservarse en posición vertical y sujetos a la pared. Asimismo, antes de moverlos, hay que cerciorarse de que el casquete esté bien apretado. Podría suceder que un cilindro que estuviera suelto y sin el casquete fuera derribado, en cuyo caso la válvula se dañaría. En ese momento, el cilindro se transforma en una pequeña y mortífera nave espacial capaz de atravesar cuatro o cinco muros de ladrillo antes de perder la velocidad y caer a tierra.

El acetileno

El acetileno es un hidrocarburo. También el propano y el metano son hidrocarburos, pero no producen flamas tan calientes. Esto se debe a que el acetileno es diferente. Sus moléculas se componen de dos átomos de carbono y dos átomos de hidrógeno, composición conocida entre los químicos como una "triple unión". Esta triple unión es la que le da al acetileno una flama con calor intenso.

Cuando el acetileno alcanza la temperatura de ignición, la triple unión se rompe y libera energía. En cualquier otro hidrocarburo, la ruptura de las uniones entre los átomos de carbono absorbe energía. Debido a la triple unión que tiene el acetileno, cuando las uniones se rompen se absorbe menos energía. Esto significa que hay más energía con la que producir el calor. Sencillamente, ésta es la razón por la que la flama de la soldadura autógena es tan caliente que puede fundir el acero.

GAS	Fórmula química	BTU/pies^3	MJ/m^3	Temperatura de flama neutral con oxígeno	
				°F	°C
Acetileno	C_2H_2	1470	55	5612	3100
MP(e) *	C_3H_4	2406	90	4712	2600
Propileno	C_3H_6	2371	88	4532	2500
Propano	C_3H_8	2498	93	4442	2450
Hidrógeno	H_2	275	10	4334	2390
Gas natural	CH_4+H_2	1000	37	4260	2350
* Metiloacetileno – Propadieno (estabilizador)					

Fíg. 34-5. El acetileno tiene la flama más caliente de todos los gases combustibles.

La triple unión del acetileno es también el origen de otras dos cualidades especiales de este gas. Quienes trabajan con él deben tenerlas presentes en todo momento.

Primero, el acetileno se debe conservar siempre a una presión inferior a 15 libras por pulgada cuadrada (psi). Todos los equipos para acetileno están hechos para usarse a menos de 15 libras por pulgada cuadrada (psi). El acetileno está sujeto a fuertes sacudidas, durante las cuales podrían romperse algunas de las triples uniones. Si esto sucediera, se liberaría la energía necesaria para causar una explosión.

Segundo, las fugas de acetileno son más peligrosas que las de cualquier otro gas combustible. El rango de inflamabilidad de la mezcla aire-acetileno es más amplio que el de cualquier otra mezcla de gases. Una mezcla de acetileno y aire que contenga apenas 2.5% de acetileno puede inflamarse.

Cómo se fabrica el acetileno

El acetileno es un gas incoloro (no tiene color) que tiene un olor nauseabundo inolvidable. Mezclado con oxígeno o con aire ordinario es altamente combustible. Cuando se encuentra a baja presión es estable. Pero si es comprimido a más de 15 libras por pulgada cuadrada (psi) se vuelve muy inestable y peligroso. Téngalo en cuenta, y nunca comprima el acetileno a más de 15 libras por pulgada cuadrada (psi).

El acetileno proviene de una mezcla de agua y carburo de calcio. En una tolva, se pone una determinada cantidad de carburo, que se sube hasta lo alto de un generador. Después se deja que el carburo caiga al agua. La mezcla de los dos produce burbujas de

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V *si se considera verdadera la afirmación, o la letra* F *si la considera falsa.*

1. El oxígeno es el elemento más importante de nuestro planeta.	F	V
2. Los cilindros de oxígeno están fabricados con placas de latón.	F	V
3. El acetileno es un hidrocarburo.	F	V
4. Las fugas de acetileno no son peligrosas.	F	V
5. El acetileno proviene de una mezcla de agua y carburo de calcio.	F	V

Respuestas

1. V 2. F (Están fabricados de placas de acero de alta resistencia) 3. V 4. F (Son más peligrosas que las de cualquier otro gas combustible) 5. V

gas, el cual se junta y es tratado. Luego, se comprime cuidadosamente en los cilindros.

Cilindros de acetileno

Los cilindros de acetileno se fabrican antes de que se fabrique el gas. El casco o cilindro propiamente dicho se construye con dos placas de acero, fabricadas mediante calor inducido y soldadas una con otra. Para usarlo, se le coloca un aro en la parte inferior o en la superior, y la primera válvula de acero o espárrago se suelda en su lugar, en la parte superior del cilindro.

Para hacer el cilindro todavía más seguro, se llena con un material de relleno saturado con otro producto químico: la acetona. La acetona es un líquido que puede absorber grandes cantidades de acetileno que se encuentren a presiones superiores a 15 libras por pulgada cuadrada (psi). Absorbe el gas sin cambiar la naturaleza de éste, por lo que puede ser almacenado sin peligro.

El cilindro lleva también un tapón fusible. Si por alguna razón el cilindro queda expuesto a demasiado calor o presión, el tapón se dispara para reducir la presión.

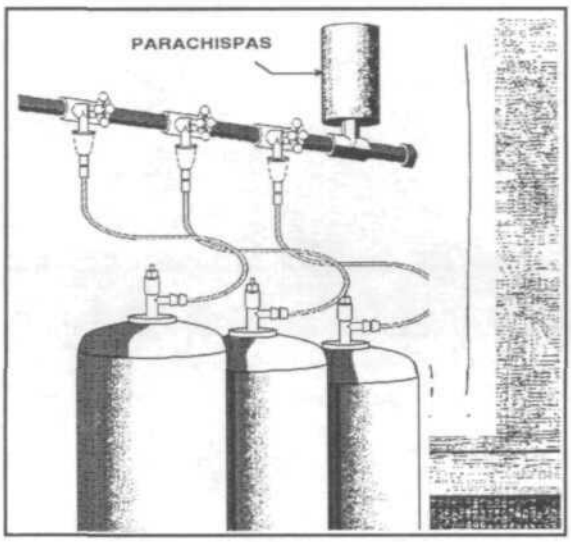
La válvula se hace funcionar con una llave. Nunca se debe abrir esta válvula más de una vuelta y media. Lo mejor es abrirla sólo un poquito, para poder cerrarla rápidamente en caso de emergencia.

En escuelas y talleres donde se hacen muchos trabajos de soldadura, es usual que los cilindros de acetileno se conecten en un múltiple, como se muestra en la Figura 34-6. Unas tuberías de metal llevan el gas a las estaciones de soldadura. Para evitar que un retroceso llegue al múltiple, se le conecta en línea un parachispas.

Hay dos cosas muy importantes que recordar en relación con las válvulas de los

cilindros de acetileno:

La primera es que NO DEBE extraerse acetileno del cilindro cuando éste no esté en posición vertical. Si se hiciera, parte de la acetona sería expulsada, en forma de gotitas,



Fíg. 34-6. El parachispas detiene el retroceso antes de que llegue a los cilindros.

por la válvula del cilindro. Esto podría obstruir el soplete o causar otros problemas. Los cilindros de acetileno deben almacenarse siempre en la posición vertical. Si por error el cilindro se ha dejado en la posición horizontal, hay que dejarlo de pie durante un rato antes de extraerle acetileno.

La segunda es que NO DEBE extraerse acetileno del cilindro a una velocidad mayor que 1/7 de la capacidad normal del cilindro. En el caso de un cilindro grande con una capacidad de 350 a 390 pies cúbicos (entre 9.912 y 11.035 litros), la velocidad de extracción, excepto durante periodos cortos, debería ser como de 50 o 60 pies cúbicos (aproximadamente entre 1.416 y 1.700 litros) por hora. Si el acetileno se extrae demasiado aprisa, es posible que salga con él una gran cantidad de acetona en forma de vapor o líquido. Puede ocurrir que el cilindro se enfríe al grado de no poder sostener la alta velocidad. Esto afecta a la flama del soplete. Además, significa que será necesario cargar el cilindro con acetona más a menudo.

Manejo de los cilindros

Por el gran peligro potencial que presentan los cilindros de gas a alta presión, existen reglas muy claras para su manejo. Para mover un cilindro de un lado a otro, hay que hacerlo dar vueltas sobre su orilla de abajo. Fíjese en cómo sostiene el cilindro el técnico en REAC de la Figura 34-7. Tiene la palma de la mano izquierda sobre el casquete protector y con la derecha inclina el cilindro hacia ella. Ahora hará que el cilindro comience a girar, empujándolo con su mano derecha.

Veamos las precauciones que se deben tomar para el manejo de cilindros de oxígeno y acetileno.

¡Nunca levante un cilindro sujetándolo por el casquete protector!

Los cilindros deben estar en posición vertical, incluso cuando se encuentran almacenados. Nunca los deje en posición horizontal.

No permita que las válvulas de los cilin-

Fíg. 34-7. Al igual que cualquier otro objeto peligroso, los cilindros siempre se han de mover con cuidado.

dros entren en contacto con grasas o acei-

tes. Use sólo la sustancia lubricante hecha especialmente para ello. Cuando el oxígeno entra en contacto con el aceite o la grasa, puede hacer combustión.

Mantenga los cilindros alejados de las fuentes de calor, radiadores, fuegos al aire libre o chispas producidas por su propio soplete.

Antes de cambiar de sitio un cilindro, cierre las válvulas.

En caso de que una válvula tenga alguna descompostura o fuga, no intente arreglarla por sí mismo. En vez de eso, infórmeselo inmediatamente al proveedor.

Cuando los cilindros estén vacíos, mantenga las válvulas cerradas.

Si no puede abrir las válvulas con la mano, llame al proveedor. No trate de abrirlas por la fuerza.

Siempre que el cilindro no esté en uso, cúbralo con su casquete protector.

El equipo de soldadura

Ahora, vamos a ver en detalle los componentes del equipo de soldadura.

El soplete

El soplete para soldar (también conocido como la antorcha) se diseña de manera que el soldador pueda controlar completamente la flama durante la operación de soldar. El soplete mezcla y regula el flujo del combustible de oxiacetileno. Deja que la mezcla llegue hasta la boquilla para soldar, donde arde.

Las dos clases principales de soplete son la de los inyectores y la de los medianos (o de presión igual). Ambas se muestran en la Figura 34-8. El soplete de inyección está hecho para usar acetileno a presiones muy bajas, de una a cero libras por pulgada cuadrada (psi). El soplete de presión igual usa acetileno a presiones de una a 15 libras por pulgada cuadrada (psi).

En los sopletes de inyección, el oxígeno atrae hacia su corriente al acetileno cuando

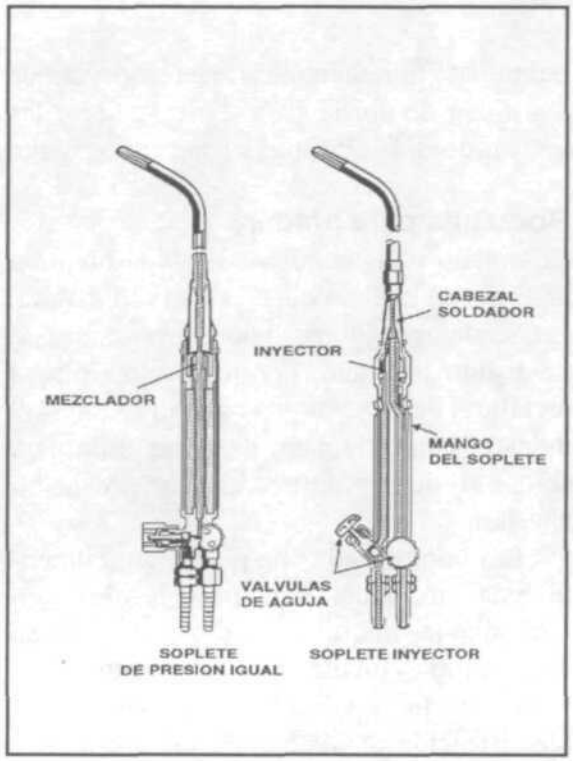


Fig. 34-8. De las dos principales clases de sopletes, los que más se usan son los de presión igual.

éste pasa por una pequeña abertura de la boquilla. De esta manera, la mezcla conserva una proporción correcta, ya que si el flujo de oxígeno fuera menor atraería una cantidad de acetileno proporcionalmente menor.

En los sopletes de presión igual (que son los más populares), dos tubos separados llevan los dos gases hasta una cámara de mezcla. Luego, salen a través de la boquilla.

Ambas clases de soplete tienen dos válvulas de aguja. Una regula el flujo del oxígeno y la otra el del acetileno. Las dos mangueras se conectan en dos aditamentos de ajuste que se localizan en la base del soplete. Para evitar el peligro de una equivocación al conectar las mangueras, el aditamento del oxígeno se hace con rosca a la derecha, y el del acetileno con rosca a la izquierda.

Tome nota de que las válvulas de aguja son bastante sensibles. Cuando haya terminado de usar el soplete, cuélguelo debidamente para que no se caiga o se golpee. Hay ocasiones en que las válvulas de aguja giran

demasiado libremente. En tales casos, utilice una llave de ajuste para darle vuelta a las tuercas de empaque en el vastago de la aguja.

Boquillas para soldar

El tamaño y las condiciones de la boquilla determinan qué tan buena es una soldadura. Los sopletes que tienen boquillas (o cabezas) de distintos tamaños permiten soldar placas metálicas de diverso grosor. La Figura 34-9 muestra que el tamaño de la boquilla para soldar se determina por el diámetro de su abertura.

Las boquillas de una pieza, naturalmente, están formadas por una sola pieza, en tanto que las boquillas de dos piezas tienen una boquilla y un tubo para la boquilla. Cada fabricante tiene su propio sistema para la identificación de los tamaños de las boquillas. En un sistema de uso muy común, los tamaños están numerados de 000 a 15. La boquilla más pequeña es la 000 y la más grande la 15.

El tamaño que se use para un determinado trabajo de soldadura, dependerá del espesor del metal que se va a soldar. Si no es muy grueso, se puede usar una boquilla con una abertura pequeña, pero si se trata de un metal muy grueso, se necesita usar una boquilla con una abertura más grande.

Las boquillas para soldar están fabricadas de manera que se puedan poner y quitar con las manos. Nunca se deben quitar con unas pinzas, porque basta hacer esto unas cuantas veces para que se arruine la tuerca que lleva la boquilla. Igualmente, nunca se le debe poner una boquilla a un soplete que esté caliente. El calor hace que los filetes se dilaten, por lo que la boquilla se quedará pegada al soplete cuando éste se haya enfriado. Si después se intenta desmontar la boquilla, es posible que se le rompa la sección de la rosca y quede inservible. Además, habrá que sacar del soplete la sección que se rompió, lo cual es muy difícil.

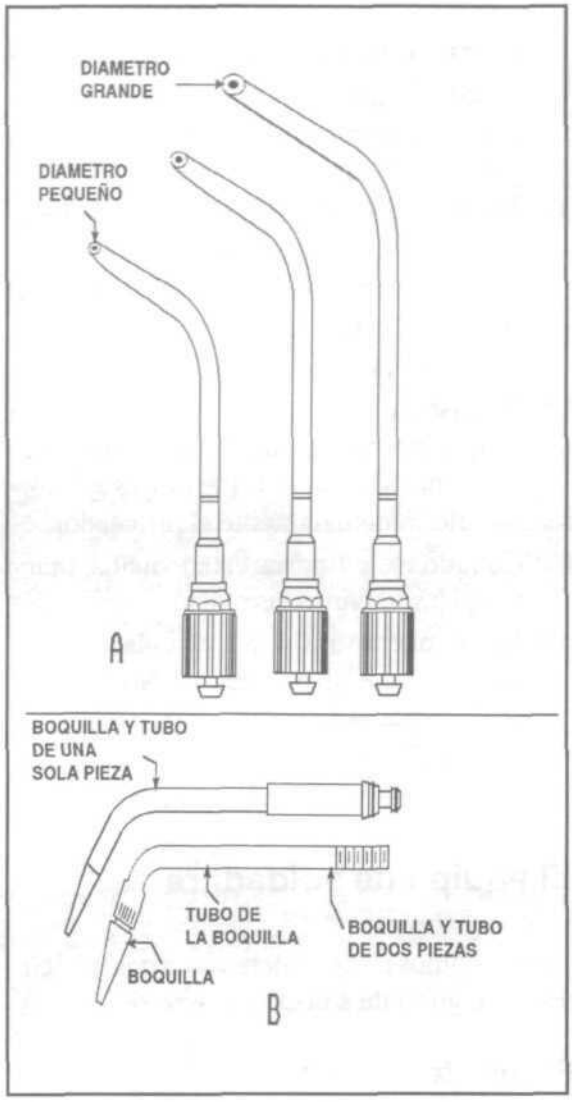


Fig. 34-9. Boquillas para soldar. La abertura de la boquilla determina su tamaño (A). Las boquillas pueden tener una o dos piezas (B).

Limpieza. Conservar las boquillas siempre limpias es una buena costumbre. Después de un cierto tiempo de uso, su interior se va llenando de carbón. Hay que quitarlo con un limpiador de boquillas. Primero, se deja que fluya un poco de oxígeno por la boquilla, para que expulse la basura a medida que la limpieza la remueva. Luego, con la lima del juego de limpiadores, se debe limar el extremo de la boquilla hasta que quede terso y bien. A continuación, escoja el limpiador del tamaño correcto. El limpiador es una pequeña lima redonda, que se debe meter y sacar del agujero sólo unas cuantas veces, para que

lo limpie sin dañarlo.

En la Figura 34-10 se muestra un juego de limpiadores, así como sus correspondientes tamaños. Cuanto más pequeño es el limpiador, más grande es el número o tamaño de la broca. Los limpiadores más pequeños se doblan con facilidad, por lo que conviene manejarlos con mucho cuidado.

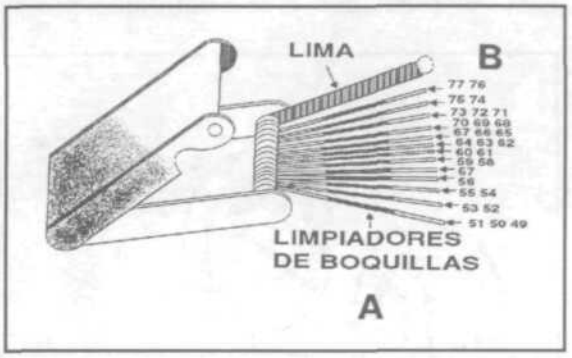


Fig. 34-10. Para limpiar las boquillas, se usan limpiadores de boquillas (A). Los hay de diferentes tamaños, para todos los tipos de

Es posible que el limpiador de boquillas se parezca a una broca, pero no se usa de la misma manera. Debe usarse con un movimiento de entrada y salida, para evitar que se agrande la abertura de la boquilla. Después de usar el limpiador, hay que limpiarlo con la lima gruesa. Cuando se limpien con la lima, las válvulas de aguja para el oxígeno deben estar abiertas, con el fin de eliminar la basura o las partículas que se encuentren todavía en la boquilla del soplete.

Asegúrese de que el limpiador de boquillas esté limpio y derecho, y de sujetarlo con mano firme para evitar que se doble o que se le rompa la punta. Si el limpiador se usa con mucha frecuencia, el agujero de la boquilla se agranda, de modo que debe usarse sólo cuando realmente se necesite.

Las boquillas dañadas, con pedazos de limpiadores en su interior, pueden reacondicionarse, aunque sólo con unas herramientas

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. El casco o cilindro para acetileno se construye con dos placas de_____, fabricadas mediante calor inducido, soldadas una con otra.
2. Para mover un cilindro de acetileno de un lado a otro, hay que hacerle dar vueltas sobre su _____de abajo.
3. El soplete mezcla y regula el flujo del combustible de_____.
4. El_____y la condición de la boquilla determinan qué tan buena es una soldadura.
5. Las boquillas para soldar están fabricadas de manera que se pueden poner y quitar con _____.

Respuestas

1. acero 2. orilla 3. oxiacetileno 4. tamaño 5. las manos

especiales y mucho trabajo. Las boquillas gastadas irregularmente, o con el extremo quemado, se pueden enderezar con un limpiador de boquillas y un escariador. (El escariador es un dispositivo pequeño que sirve para reacondicionar las boquillas de soldar). Este último debe colocarse completamente y con firmeza contra la boquilla, y debe hacerse girar hasta que el extremo de la boquilla quede totalmente parejo.

Las brocas se pueden usar con las boquillas que necesitan una limpieza más a fondo. También se pueden usar cuando los agujeros están desgastados, redondos o ahusados de manera irregular. Una vez que se ha seleccionado la broca del tamaño correcto, hay que sujetarla en un mandril o una mordaza.

Reguladores

Los reguladores regulan la presión del gas que se encuentra en el interior del cilindro. En todos los sistemas en que se controla la presión del gas, se utiliza un regulador de presión. El regulador hace dos cosas:

- Reduce la alta presión que tiene el gas en el interior del cilindro cuando se encuentra almacenado, para que quede con la presión de trabajo correcta.
- Mantiene el gas en el soplete del soldador a una presión constante.

El regulador hace esto aunque la presión del cilindro varíe algunas veces. Hay dos tipos de reguladores: el de dos etapas y el de una sola etapa.

La función del regulador de dos etapas se lleva a cabo en dos fases. Primero, el gas fluye desde el cilindro hasta una cámara de alta presión. Un resorte y un diafragma mantienen el gas en la cámara a una presión predeterminada. (Normalmente, la presión para el oxígeno se fija en 200 libras por pulgada cuadrada (unos 14 kg x cm2);y para el acetileno, en 50 libras por pulgada cuadrada (3.5 kg x cm2).

En la segunda fase, el gas pasa a otra cámara de reducción. La presión de la cámara de reducción se controla mediante un tornillo de ajuste. La ventaja de este regulador es que la presión fluye de forma pareja.

El regulador de una sola etapa cuesta menos que el de dos etapas. No tiene una cámara intermedia por la que pase el gas antes de entrar en la cámara de baja presión. En vez de ello, el gas fluye desde el cilindro hasta el regulador y es controlado por el

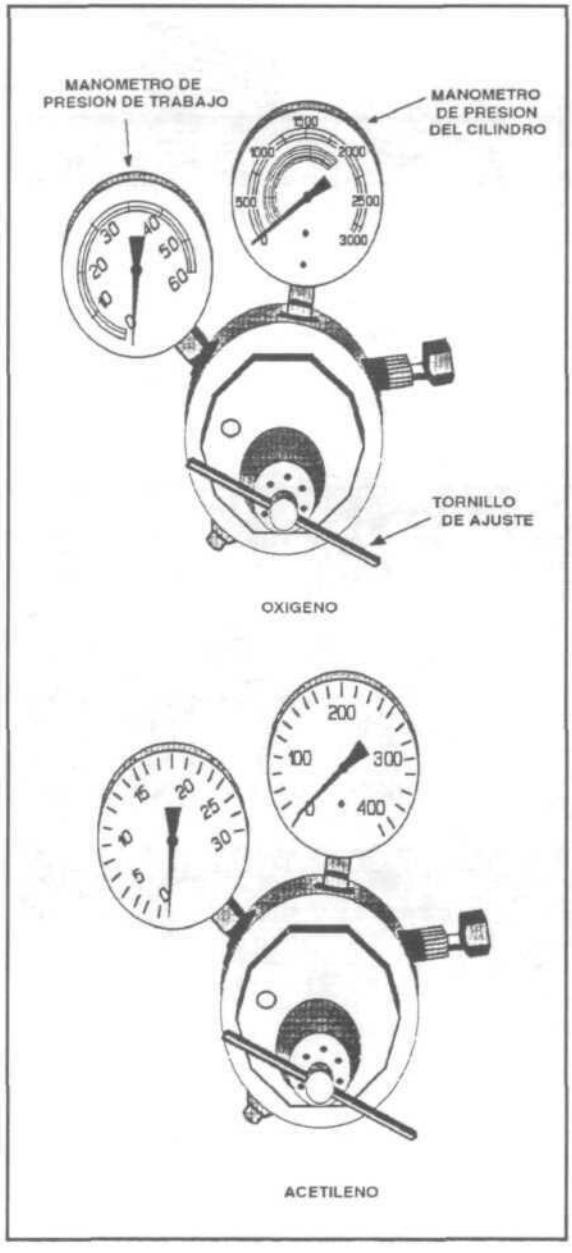


Fig. 34-11. Los reguladores controlan el flujo del gas.

tornillo de ajuste. A veces es necesario detener y reajustar este regulador, debido a que la presión en el cilindro disminuye y falla la presión del mismo regulador.

Ambos tipos de regulador están equipados con dos manómetros. Uno marca la presión efectiva del cilindro, y el otro la presión del soplete.

Lo más importante que se debe recordar cuando se usa un regulador, es tener cuidado de soltar el tornillo de ajuste antes de abrir la válvula. Si la válvula se abriera antes de soltar el tornillo de ajuste, la gran presión que tiene el cilindro sería forzada hacia el manómetro de la presión de trabajo. Entonces, se podría producir una explosión que hiriera a alguien o le causara un daño al regulador.

Medidas para la seguridad del regulador

Los reguladores son instrumentos muy sensibles. Una pequeña sacudida es suficiente para que se descompongan. Cuando se le quite el regulador a un cilindro, hay que hacerlo con mucho cuidado. No se debe permitir que un regulador se ponga en la mesa de trabajo, ni menos en el piso. Podría suceder que llegara una persona, y lo empujara a un lado o lo pateara.

Los reguladores que están diseñados para usarse con gases no combustibles (oxígeno, nitrógeno, anhídrido carbónico, argón) vienen con discos de escape de seguridad, como se muestra en la Figura 34-12. Los discos permiten que la presión escape si ésta se acumula demasiado en la cámara de descarga de presión. El dispositivo más común es un disco de ruptura, el cual se dispara en caso de que haya una excesiva presión o de que el regulador funcione mal.

Siempre que uno de estos discos se dispara, es señal de que se debe reparar el regulador. No trate de hacerlo usted mismo. Es mejor que las reparaciones sean hechas únicamente por técnicos profesionales en un taller debidamente autorizado.

Los reguladores que están hechos para usarse con gases combustibles (acetileno, hidrógeno y propano) también vienen equipados con discos de ruptura.

Siempre existe una ligera posibilidad de que el disco se rompa por su cuenta. Esto pudiera suceder debido a la fatiga del metal, o a que la válvula del escape de resorte se abriese a causa de una falla del mismo resorte. Sin embargo, los reguladores hechos para los equipos de soldar y cortar están diseñados de manera que el diafragma ceda y deje

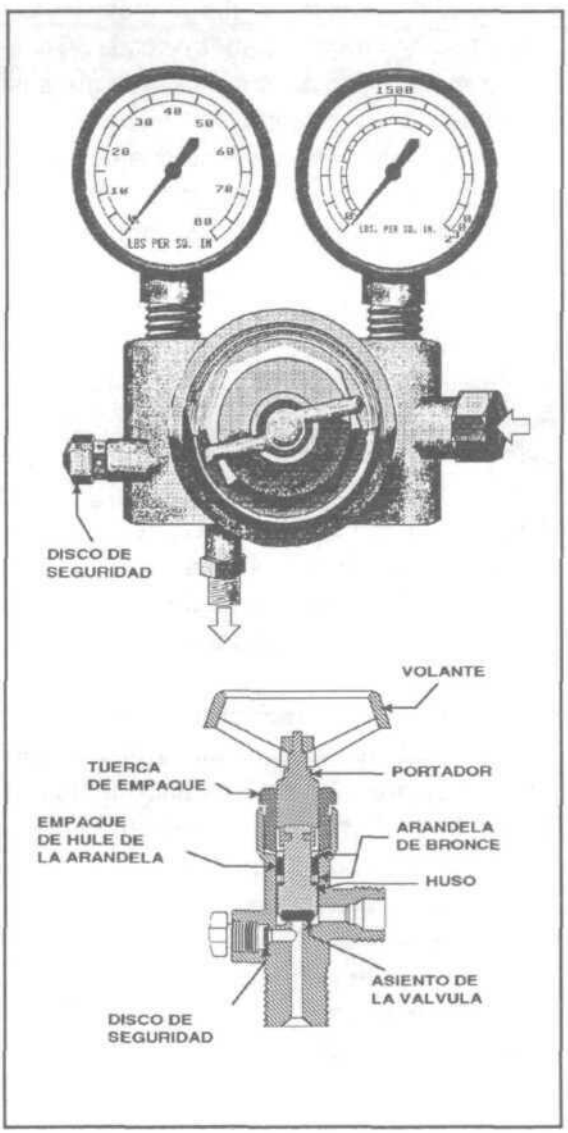


Fig. 34-12. Los reguladores de oxígeno tienen disco de segundad.

escapar la presión, a través de un orificio de

ventilación, antes de que el casquete del regulador sea expulsado. Es posible que el orificio de ventilación esté cubierto por una delgada capa metálica, pero siempre está ahí.

Mangueras

Actualmente, casi todas las mangueras para equipos de soldadura se fabrican de una sola pieza. Se conocen como "mangueras gemelas". Otros tipos de mangueras se unen con cintas adhesivas de diversas clases. Conviene asegurarse de que estén sólidamente envueltas. Lo correcto es que la cinta las envuelva como cinco centímetros cada 30 centímetros. Hay que tener cuidado de no tapar las salidas de las mangueras.

Las mangueras para acetileno deben ser de color rojo y tener aditamentos de ajuste con cuerda a la izquierda, en tanto que las mangueras para oxígeno deben ser de color verde y tener aditamentos de ajuste con cuerda a la derecha.

Las mangueras se fabrican en cuatro tamaños, con diámetros internos de 3/16, 1/4, 5/16 y 3/8 de pulgada. El tamaño más grande ofrece menos resistencia al flujo del gas, y se debe usar siempre que se necesiten mangueras de gran longitud. Los tamaños más chicos son más flexibles y más fáciles de manejar, por lo que son los indicados para trabajos de detalle.

Cuando no se estén utilizando las mangueras, se debe desconectar el gas y dejar escapar la presión. Esta es una medida de seguridad que impide que fugas no visibles causen un incendio o una explosión. También es una precaución en el caso de que gente inexperta estuviera manejando el equipo, lo cual podría ser muy peligroso.

De hecho, si se presenta la ocasión, los gases pueden penetrar en la manguera. Si se les deja bastante tiempo bajo presión, pueden disolver las paredes de la manguera y mezclarse unos con otros.

Si hay fugas de gas y el soplete es encendido sin antes purgar las líneas, las mangueras estallan. Por lo tanto, si no está usted absolutamente seguro de que las mangueras han sido purgadas, purgúelas antes de encender el soplete.

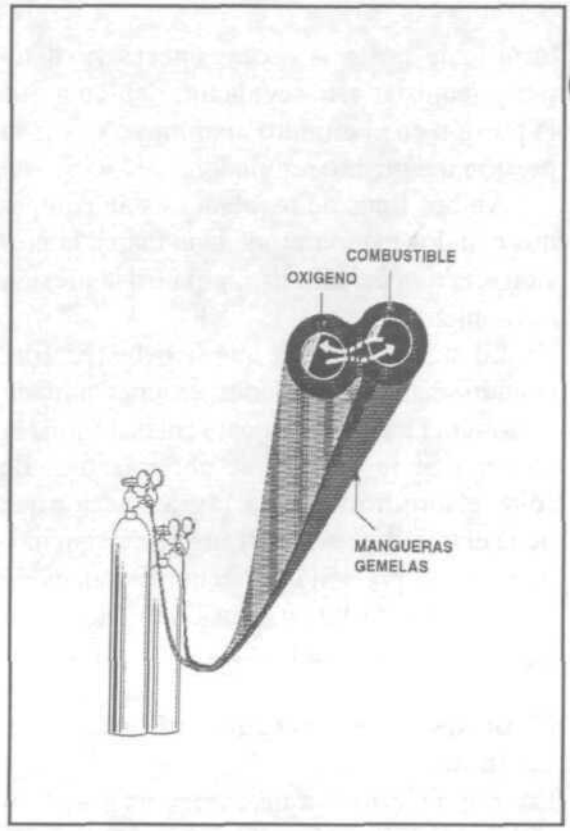


Fig. 34-13. Peligro: el gas a presión puede escapar a través de las paredes de la manguera.

Las mangueras resisten las quemaduras, pero no son completamente resistentes a ellas. Así que conviene mantenerlas alejadas de las flamas y las chispas. En caso de que sufran algún daño, se les deben quitar las partes dañadas y unir los extremos de la manguera con un empalme. Nunca se deben reparar las mangueras con cinta de aislar. Es aconsejable revisarlas con frecuencia, para asegurarse de que no tengan fugas.

Cómo verificar si una manguera tiene fugas. Cierre la válvula del soplete, y ajuste el regulador para una presión de trabajo. Moje la manguera con una solución de protección contra fugas, para lo cual hay que frotarla con un trapo húmedo, rociarla o sumergirla en una cubeta. Vea si aparecen burbujas, lo que

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Dispositivo que regula la presión del cilindro. _____
2. Tipo de gases para los cuales se han diseñado los reguladores. _____
3. Dispositivo de seguridad que se dispara cuando existe una presión excesiva o el regulador funciona mal. _____
4. Color de las mangueras para acetileno. _____
5. Color de las mangueras de oxígeno. _____

a. no combustibles
b. verde
c. rojo
d. regulador
e. disco de ruptura

Respuestas

1. d 2. a 3. e 4. c 5. b

indica que hay fugas. Más adelante en esta lección, repetiremos este procedimiento. De hecho, revisaremos todo el equipo de soldadura para comprobar que no tenga fugas.

Los aditamentos de ajuste de las mangueras se pueden cambiar. Hay diversos estuches en el mercado que contienen las piezas necesarias: tuercas, niples, casquillos y una herramienta para montar casquillos. Los extremos de las mangueras vienen en los estuches de mangueras.

Para reemplazar el extremo de la manguera, primero hay que cortarla bien. Luego se inserta el casquillo. Entonces, la manguera y el niple se rocían con una solución de protección contra fugas, para facilitar el deslizamiento del niple. Este y la tuerca se atornillan en el cuerpo del soplete. Así se tendrá más fuerza al introducir el niple en la manguera.

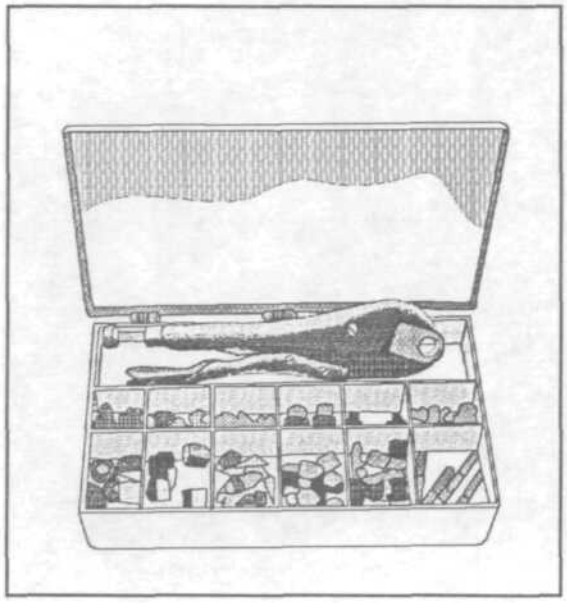
Después de ajustar bien la manguera dentro de la tuerca, hay que apretar fuertemente el casquillo. La herramienta para apretar debe oprimirse dos veces, la segunda de ellas en ángulo recto con la dirección de la primera vez.

Después de terminar esta operación, la manguera se conecta con el soplete y el regulador. El regulador se ajusta para una presión de trabajo, y el aditamento de ajuste se rocía con la solución de protección contra fugas. Asegúrese de que ya no haya burbujas.

Cómo comprobar si hay fugas

Antes de usar un equipo de soldadura nuevo, es necesario comprobar que no tenga fugas. Posteriormente, es aconsejable probarlo con regularidad, para asegurarse de que no haya aparecido ninguna fuga. Las fugas son muy peligrosas y pueden provocar incendios, además de que son un desperdicio de gas.

Para probar el equipo, abra las válvulas de los cilindros del oxígeno y del acetileno. Después de cerrar las válvulas de aguja del



Fíg. 34-14. Estuche para reparaciones de mangueras.

soplete, ajuste los reguladores a la presión de trabajo normal. Luego, con un cepillo, aplique agua jabonosa en los siguientes puntos, que se muestran en la Figura 34-14.

Válvula del cilindro de oxígeno

Válvula del cilindro de acetileno

Conexión de entrada del regulador del oxígeno

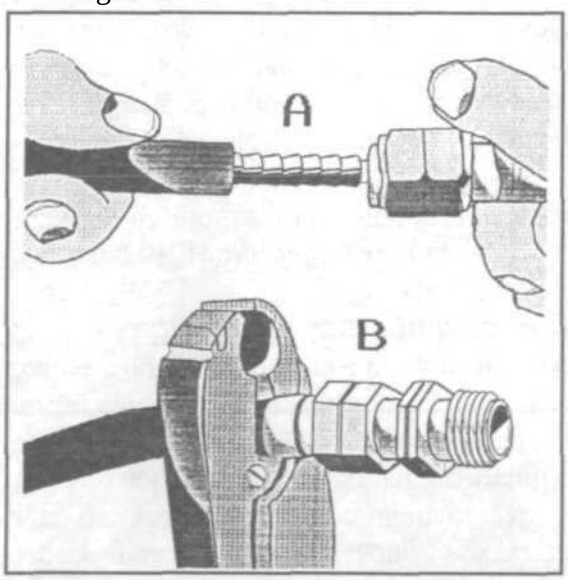


Fig. 34-15. Cambio del extremo de la manguera. Introducción del niple *(A).* Presión sobre el casquillo *(B).*

Conexión de entrada del regulador del acetileno

Conexiones de las mangueras en los reguladores y el soplete

Válvulas de aguja del oxígeno y del acetileno

Revise cuidadosamente cada uno de los puntos. Fíjese si hacen ruidos o producen burbujas. Si hay burbujas, apriete el aditamento con una llave. Si la fuga no desaparece, desconecte la presión del gas, abra las conexiones y examine los filetes de los tornillos.

Importante: No haga ninguna otra prueba. Si el cilindro o una de las válvulas tiene una fuga, saque el cilindro al exterior, lejos de las posibles fuentes de calor o presión. Inmediatamente después, informe de la falla al proveedor.

Para probar si hay fugas en la manguera soldadora, ajuste los reguladores para una presión de trabajo. Ponga la manguera en un recipiente con agua clara y vea si aparecen burbujas. Si algunas partes de la manguera no pueden sumergirse en el agua, póngales agua jabonosa y vea si aparecen las burbujas.

Acuérdese siempre de revisar la manguera para comprobar que no tenga cortes o partes muy gastadas.

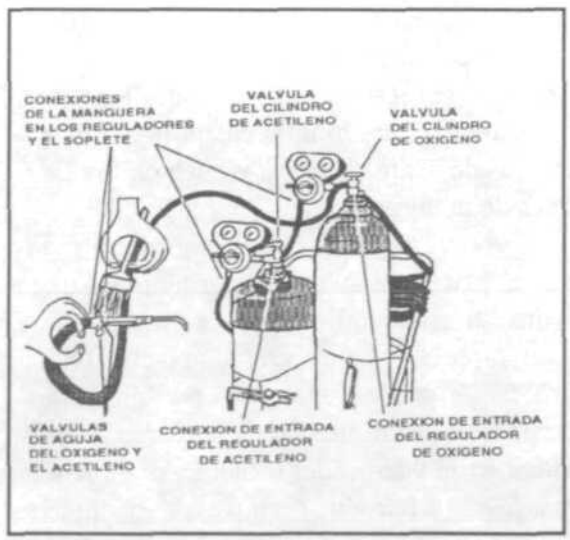


Fig. 34-16. Estos son los puntos en los que se debe ver si hay fugas.

I Consejos. Para verificar si la boquilla para soldar tiene fugas, ajuste el regulador para una presión de trabajo. Encienda el soplete. Cubra con un dedo el orificio del extremo de la boquilla. Rocíe con la solución jabonosa los alrededores de la base de la boquilla, así como el aditamento de ajuste. Si ve señales de burbujas, es posible que haya una tuga.

En caso de que el punto donde ocurre la fuga tenga un empaque o un anillo toroidal, reemplácelo. Si el asiento de la boquilla que tiene la fuga es del tipo de metal a metal, se debe utilizar un escariador especial para alisarlo.

Primero, cierre los dos indicadores del soplete y haga girar el tornillo de ajuste de la presión, localizado en el regulador, hasta obtener una lectura de salida de 25 libras por pulgada cuadrada (1.7 kg x cm2). Haga girar

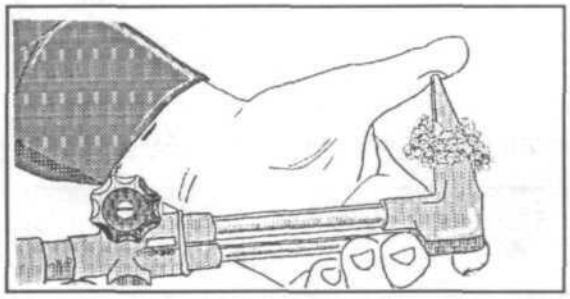


Fig. 34-17. Así se comprueba si el asiento del soplete tiene alguna fuga.

también el tornillo de ajuste del regulador del cilindro de acetileno hasta que la lectura de salida sea de unas 7 libras por pulgada cuadrada (0.49 kg x cm).

Para verificar si hay fugas, use agua jabonosa o un cepillo con una solución para pruebas. Si quiere hacer su propia solución para pruebas, disuelva en agua un jabón que tenga poco detergente. Si aparecen burbujas en la válvula del cilindro, será señal de que existe una fuga. Si hay fugas en cualquier lado del vastago de la válvula, cierre la válvula, suelte el tornillo de ajuste de la presión localizado en el regulador, quítele el regulador al cilindro y devuélvale el cilindro al proveedor.

En caso de que se encuentre una fuga en la conexión de cualquiera de los reguladores de los cilindros, cierre la válvula del cilindro y vuelva a apretar con una llave la conexión del regulador. Abra la válvula otra vez, y vuelva a probar la conexión.

Si hubiera una fuga en cualquiera de las conexiones de las mangueras, apriétela con una llave y haga una nueva prueba.

Si tampoco la segunda prueba resulta positiva para la conexión, deje que escape toda la presión por el lado del sistema de oxígeno o del de acetileno. Para hacer esto, cierre la válvula del cilindro, suelte el tornillo de ajuste de la presión, abra la válvula del soplete y, por último, haga girar el tornillo de la presión regular hasta que ambos indicadores muestren que no hay presión.

Desarme la conexión que tenga la fuga, y revise los sellos para ver si tienen algún golpe o partículas extrañas que puedan ser el origen del problema. Si parecen estar bien los dos sellos, limpíelos cuidadosamente con un trapo limpio y vuelva a armar la conexión. Una vez que el cilindro tenga otra vez la presión debida, repita la prueba.

Para verificar si hay fugas en las válvulas del soplete, hay que asegurarse de que todas las conexiones sean a prueba de escapes. Meta en agua el extremo del soplete o de la boquilla, o cubra con solución para pruebas de fugas los orificios de la boquilla. En caso de que aparezcan algunas burbujas, abra y cierre rápidamente las válvulas del soplete. Es posible que así desaparezcan las fugas. En caso contrario, reemplace uno o ambos conjuntos de los vastagos de las válvulas. Tal vez sea necesario asentarlos otra vez en el cuerpo del soplete.

Después de encender el soplete (algo que haremos muy pronto), pruebe los alrededores de los vastagos de las válvulas con la solución para pruebas de fugas. Vuelva a apretar la tuerca del empaque de la válvula según se necesite.

Selección de la varilla de soldadura

Una unión hecha con soldadura debiera ser siempre tan fuerte como el propio metal a soldar. Por lo tanto, la varilla de soldadura debe tener las mismas propiedades que el metal a soldar. No cometa el error de utilizar cualquier tipo de varilla. Las de poca calidad tienen tantas impurezas que es difícil usarlas. Además, las soldaduras que se hacen con ellas son débiles y quebradizas.

Una buena varilla de soldador fluye sin interrupciones. Suelda el metal a unir sin producir demasiadas chispas. En cambio, las varillas de escasas propiedades para soldar arrojan muchas chispas. No fluyen regularmente, y dejan una superficie áspera llena de hoyos y perforaciones.

Varillas de acero. Las varillas de acero se producen en una gran variedad de tamaños, con un diámetro desde 1/16 hasta 1/18 de pulgada. El diámetro que se usa para un trabajo determinado depende más que otra cosa del espesor del metal a soldar. Por regla general, la varilla que se usa tiene un diámetro igual al espesor del metal a soldar. En otras palabras, cuando se va a soldar una placa metálica de 1/16 de pulgada de grosor, se debe usar una varilla que tenga 1/16 de pulgada de diámetro.

Hay muchas clases de varillas que se usan para soldar los distintos metales. Siempre se debe escoger una varilla que sea del mismo metal que la pieza que se va a soldar. Por ejemplo, hay varillas de acero suave, hierro fundido, níquel y bronce, y hasta de cobre y aluminio.

Las ropas del soldador

La flama de la soldadura autógena produce rayos luminosos de gran intensidad. También produce rayos caloríferos que pueden ser perjudiciales para el sensible tejido de los ojos. Seguramente, esto último lo convencerá para que use sus anteojos de soldador siempre que haga un trabajo. Asegúrese de

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Antes de usar un equipo de soldadura nuevo, es necesario comprobar que no tenga _____.
2. Para verificar si la boquilla de soldar tiene fugas, se debe ajustar el_____para una presión de trabajo.
3. Para verificar si hay fugas en las válvulas del soplete, hay que asegurarse de que todas las conexiones sean a prueba de_____.
4. Una varilla de_____debe tener las mismas propiedades que el metal a soldar.
5. El diámetro que se usa para un trabajo determinado depende más que otra cosa del _____del metal a soldar.

Respuestas

1. fugas 2. regulador 3. escapes 4. soldadura 5. espesor

que tengan los cristales apropiados. La intensidad de los anteojos de colores debe ser tal que no obstruya ninguno de los rayos de luz que se necesitan para que el soldador pueda ver.

Hay una manera de probar si los cristales protegen sus ojos o no. Después de usar los anteojos al hacer un trabajo de soldadura, quíteselos. En caso de que vea puntos blancos bailando frente a sus ojos, consígase unos anteojos con cristales más oscuros.

Para la mayoría de los trabajos de soldadura con gas, se recomienda usar anteojos con cristales sombreados de los números 4, 5 y 6.

El tipo de anteojos que se muestra en la Figura 34-18, también protege los ojos contra las chispas y los pedazos de metal fundido producidos al soldar.

Es aconsejable que, además de los anteojos de soldador, siempre que esté en el taller use anteojos de seguridad. Podría suceder que las chispas que vuelan de un lado a otro le cayeran en los ojos y se los quemaran. Proteja siempre sus ojos con unos buenos anteojos de seguridad como los que se muestran en la Figura 34-18.

Use también una "chamarra" como la que se muestra en la misma Figura 34-18; o si no, una bata o un overol. Siempre que se trabaja con soldadura autógena, se producen chispas que salen disparadas del metal fundido y le pueden caer al soldador. Nunca, bajo ninguna circunstancia, use un suéter mientras esté trabajando. Unas cuantas chispas que cayeran en el suéter lo harían arder en segundos.

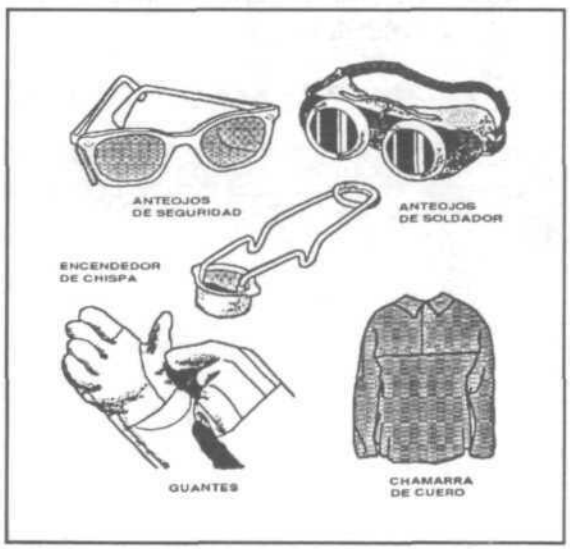


Fig. 34-18. Equipo de seguridad del soldador.

Para evitar que le caigan en la cabeza partículas de metal caliente, use una gorra, o incluso alguna especie de sombrero. También le hará falta un par de guantes especiales para soldador. En caso contrario, si se distrajera y cogiera el extremo caliente de la varilla, o alguna pieza de metal caliente, podría sufrir graves quemaduras en la mano.

El encendedor de chispa que se muestra en la Figura 34-18 es el instrumento con el que se enciende el soplete. Adquiera el hábito de utilizarlo. Nunca utilice cerillos para encender el soplete: es peligroso. Con los cerillos, las manos se aproximan mucho a la flama durante el encendido y pueden resultar quemadas.

Ya casi estamos listos para mostrarle paso a paso la manera de preparar su equipo de soldadura autógena, o oxiacetilénica. Luego, encenderemos el soplete y ajustaremos la flama.

Sin embargo, primero vamos a ver algunas reglas de seguridad. Los soldadores profesionales conocen estas precauciones de memoria, y nunca se permiten un solo descuido. No intente usted preparar y operar su equipo sin antes familiarizarse con estas reglas de seguridad.

Reglas de seguridad

REGLA 1. Siempre maneje con cuidado los cilindros de oxígeno y acetileno. Manténgalos alejados del calor, del petróleo y del gas.

REGLA 2. Antes de abrir la válvula de un cilindro, compruebe que el tornillo de ajuste

Fíg. 34-19. Tenga siempre a mano un extinguidor en buen estado, y entérese de cómo se usa.

Fig. 34-20. Si un cilindro de gas combustible tiene una fuga, sáquelo al exterior. Deje que la presión escape lentamente y ponga un letrero de advertencia.

del regulador esté completamente flojo.

REGLA 3. Cuando no esté usando el soplete, cuélguelo. No lo deje caer al suelo, ni que se doble o se golpee.

REGLA 4. No use pinzas para quitar las boquillas. Manténgalas limpias con unos limpiadores de boquillas.

REGLA 5. Nunca use aceite para lubricar el tornillo de ajuste, ni en ninguna otra pieza de un regulador. Use glicerina o un jabón neutro.

REGLA 6. No cambie las mangueras de un cilindro a otro, ni deje que entren en contacto con grasas o basura.

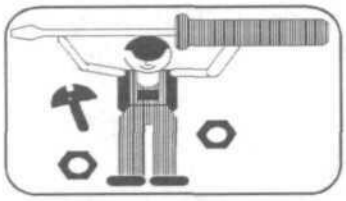
REGLA 7. No se olvide de usar sus anteojos de soldador y toda la ropa protectora necesaria en el trabajo.

REGLA 8. Para encender el soplete use un encendedor de chispa. Nunca use cerillos o fósforos.

REGLA 9. Use sus cilindros de gas sólo para trabajos de soldadura.

Resumen

Trabajar con una soldadura de oxiacetileno o autógena es una ocupación interesante. Aunque por lo general los grandes trabajos se hacen mediante el procedimiento de soldadura de arco, el soldar con gas sigue siendo muy popular a menor escala. Muchas personas y talleres de reparación usan el oxiacetileno. En esta lección, hemos tratado sobre el oxígeno y el acetileno que se utilizan en este proceso. También hemos estudiado los cilindros que contienen estos gases y las diversas piezas de que se componen los equipos de soldadura. Estudiamos las boquillas de soldar y cómo seleccionar la boquilla apropiada de acuerdo con el grosor de una pieza metálica determinada. También estudiamos los reguladores que controlan la presión del cilindro, y los cuidados que requiere su fragilidad. Nos familiarizamos con la naturaleza y función de las mangueras, así como con los problemas y correspondientes soluciones de sus fugas. Prestamos atención al papel de las varillas de soldadura. Y aprendimos cómo se ha de vestir y proteger el soldador en el ejercicio de su profesión, así como las medidas de precaución que debe tomar para su propia seguridad. Ya estamos casi listos para entrar en acción.



Tareas prácticas

Identificación de las partes de un soplete

Materiales que usted necesitará

- Un soplete
- Diagrama de partes de un soplete
- Papel y lápiz

Información previa

Los sopletes son aparatos que sirven para mezclar, en la proporción adecuada, el gas comburente (oxígeno) y el gas combustible (acetileno) a fin de obtener la fuente de calor. Esta fuente de calor es la llama oxiacetilénica necesaria para la soldadura.

La principal característica del soplete es su gran potencia, evaluada en litros de acetileno consumidos por hora. La salida del oxígeno y del acetileno en la proporción deseada tiene lugar, regularmente, por medio de dos llaves de paso. La figura siguiente representa el esquema de un soplete.

a) Lanza
b) Punta
c y d) Llaves para regular la salida de los gases
e) Boquilla del tubo de oxígeno
f) Boquilla del tubo de acetileno
g) Empuñadura

Procedimiento

1. Localice un maneral para soldadura de oxiacetileno.
2. Compare el maneral real con su diagrama.
3. Identifique todas las partes del maneral físico.
4. Guarde debidamente el maneral.

Conclusiones

El adecuado conocimiento de las partes que conforman un soplete ayuda a un mejor manejo y, consecuentemente, a un mejor trabajo de soldadura. Lo más conveniente es conocer de manera apropiada el propio equipo.

y después... ¿qué sigue?

¿Cómo se conecta el soplete? ¿Qué tipos de flama hay? ¿Qué es el petardeo y cuáles son sus causas? ¿Qué hay que hacer en caso de retroceso? ¿Cuáles son las posiciones para soldar? ¿Qué partes tiene la soldadura? ¿Qué es un empalme a tope? ¿Cuáles son las técnicas para cortar con oxiacetileno?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso. Escoja una sola respuesta para cada pregunta. Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. Para fines comerciales el oxígeno se obtiene de la atmósfera mediante el proceso de

a. licuefacción.
b. separación.
c. solidificación.
d. centrifugación.

2. Como medida de seguridad, el acetileno siempre se debe conservar a una presión inferior a

a. 150 lb/plg^2
b. 0.15 lb/plg^2
c. 1.5 lb/plg2
d. 15 lb/plg2

3. Para hacer al acetileno más seguro dentro de los cilindros, se combina con otro producto que tiene la cualidad de absorber grandes cantidades de acetileno a presión mayor de la establecida. Este producto es

a. acetona.
b. ácido nítrico.
c. ácido sulfúrico.
d. amoniaco.

4. El soplete mezcla y regula el combustible de

a. gasolina.
b. oxiacetileno.
c. gas butano.
d. diesel.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES

Calificación

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L434

5. Después de usar las boquillas por cierto tiempo, éstas se ensucian. Por lo tanto, es necesario limpiar los orificios con

a. lija limpiadora.

a.lijal i m p i a d o r a . b .brocalimpiadora.

c. rima limpiadora.

d. lima limpiadora.

6. El oxígeno y el acetileno que se encuentran almacenados dentro de los cilindros deben ser controlados para efectuar la operación de soldar. Esto se logra a través de los

a. reguladores.

b. manómetros.

c. manerales.

d. casquillos.

7. Las mangueras para acetileno tienen color rojo y para unirse a sus aditamentos tienen rosca

a. derecha.

b. milimétrica.

c. izquierda.

d. estándar.

8. Antes de usar un equipo nuevo de soldadura es muy importante verificar que éste no tenga

a. agua.

b. fugas.

c. aceite.

d. gas butano.

9. Si detecta alguna fuga en el vastago de la válvula del cilindro, se deberá cerrar la válvula, aflojar el tornillo de ajuste de presión del regulador, desmontar el regulador y

a. soldar la fuga en el cilindro.

b. apretar la válvula del cilindro.

c. devolver el cilindro al proveedor.

d. poner algún sellador alrededor de la válvula del cilindro.

10. Para la mayoría de los trabajos con oxiacetileno se deberán usar lentes con cristales sombreados de los números

a. 1,2 y 3.

b. 7, 8 y 9.

c. 10, 11 y 12.

d. 4, 5 y 6.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

SISTEMAS DE
Refrigeración
Y AIRE
ACONDICIONADO

CONTENIDO

Introducción....3

1. Definiciones y descripciones....4
2. Preparación y operación del equipo....4
3. Los tres tipos de flamas....7
4. Petardeo y retroceso....9
5. Posiciones para soldar....10
6. Movimientos de la flama y la varilla....11
7. Técnicas para cortar con oxiacetileno....20
8. Resumen....30
9. Tareas prácticas....31
10. Examen.. ...33

Preparación y uso del equipo de soldadura autógena

L435 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 4

Preparación y operación del equipo, 4
- Conexión del soplete, 6
- Presiones de operación, 7
- Encendido de la flama, 7

Los tres tipos de flamas, 7
- Experimentos, 9
- La flama carbonizante, 9
- La flama oxidante, 9
- La flama neutral, 9

Petardeo y retroceso, 9
- Petardeo, 9
- Retroceso, **10**

Posiciones para soldar, **10**
- Superficies planas, 11
- Vertical, 11
- Horizontal, 11
- Desde abajo, 11

Movimientos de la flama y la varilla, 11
- Eliminación del extremo o muñón de la varilla, 12
- Partes de la soldadura, 12
- El proceso de soldar, 12
- Empalmes a tope, 13
- Soldadura vertical, 16
- Soldadura horizontal, 16
- Soldadura desde abajo, 17
- Soldadura de tuberías, 18

Técnicas para cortar con oxiacetileno, 20
- El soplete cortador, 21
- Boquillas cortadoras, 22
- El corte, 22
- Preparación del soplete, 24
- Cómo se apaga el soplete cortador, 25
- El procedimiento para cortar, 25
- Metales, 26
- El movimiento del soplete, 27
- Los biseles, 29

Resumen, 30

Tareas prácticas:
- Identificación práctica de la llama oxiacetilénica, 31

Examen, 33

Introducción

La flama de oxiacetileno también puede cortar los metales, por medio de la oxidación y un sencillo soplete cortador manual.

La flama de acetileno calienta el metal hasta que alcanza una determinada alta temperatura. Entonces, desde otra cámara se lanza una ráfaga de oxígeno sobre la sección que se calentó. El oxígeno oxida (o "desgasta") el metal con gran rapidez, y lo deja listo para ser cortado.

Eugene Borniville fue uno de los precursores en el desarrollo del procedimiento oxiacetilénico, muy conocido también como soldadura autógena. En 1907, se presentó con su soplete en un astillero de Nueva York y cortó varias portillas de 40 cm en planchas acorazadas. Hasta entonces, las portillas se cortaban y extraían pedazo a pedazo con enormes sopletes de fundición. Resultaba un procedimiento muy tedioso. Dos operarios que manejaban el soplete y cinco que cortaban el metal, tardaban diez días en hacer una sola portilla. No pasó mucho tiempo antes de que el método de soldadura autógena reemplazara el viejo procedimiento.

En nuestros días, se utilizan otros tipos de soldadura para la producción industrial. Sin embargo, la soldadura autógena sigue gozando de gran popularidad, en una escala menor, tanto en los talleres de carrocerías para automóviles como en los de reparación de piezas pequeñas. En los Estados Unidos de América, por ejemplo, cada año se venden por lo menos 50,000 equipos para soldar y cortar con soldadura de oxiacetileno. De hecho, un equipo de soldadura autógena es mucho más adaptable para diversos trabajos, más portátil y menos costoso que los de soldadura eléctrica similares. Con el soplete y la gran variedad de fundentes y varillas de soldadura, se puede soldar casi cualquier cosa y hacerlo bien. Además, cualquier equipo se puede cargar en un camión para llevarlo donde haga falta.

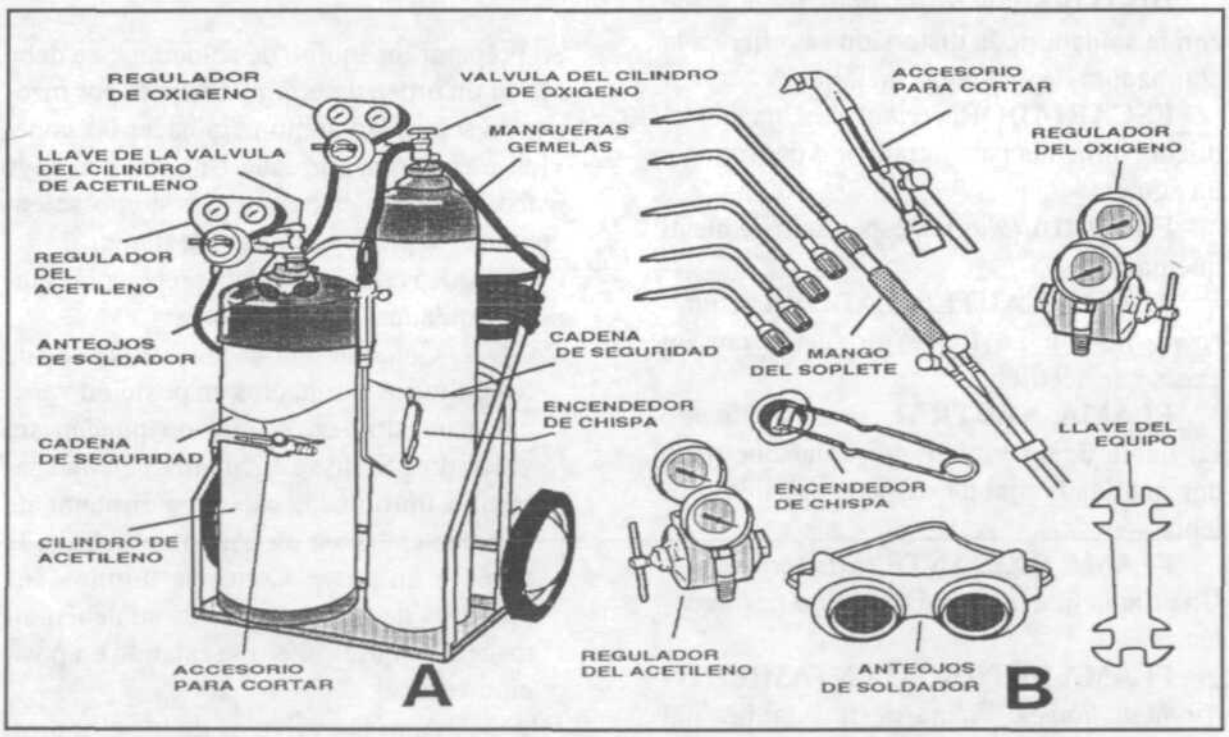


Fig. 35-1. Equipo de soldadura autógena para soldar y cortar. Estación portátil para soldar y cortar con oxiacetileno *(A)*. Piezas del equipo *(B)*.

Definiciones y descripciones

En esta lección se tropezará usted con términos ignorados aún, relativos al tema que nos ocupa: la soldadura autógena. Aquí le presentamos una lista de entradas complementarias de la que estudió en la lección anterior. ¡Consúltela cuantas veces necesite! Es para usted.

ACCESORIO PARA CORTAR *(cutting attachment).* Una pieza separada que se acopla al soplete soldador.

ANTORCHA *(torch).* Otro nombre que se le da al soplete.

CONTAMINANTES *(contaminants).* Impurezas tales como la basura y la herrumbre.

CORTE *(kerf).* Una ranura cortada por el soplete de una soldadura oxiacetilénica.

DIÁMETRO *(diameter).* Es la distancia entre los lados opuestos de un objeto circular o esférico. Una pelota de basquetbol tiene, por ejemplo, un diámetro de 30 cm.

DISTORSIÓN *(distortion).* En relación con la soldadura, la distorsión se refiere a la combadura de una pieza metálica.

ESCARIADOR *(reamer).* Una herramienta utilizada para agrandar o dar forma a un agujero.

ESCORIA *(slag).* Desperdicio de metal quemado.

FLAMA CAUTERIZADORA *(cauterizing fíame).* La flama producida por un exceso de acetileno.

FLAMA NEUTRAL *(neutral fíame).* La flama de un soplete de soldar que tiene una cantidad igual de oxígeno que de acetileno.

FLAMA OXIDANTE *(oxidizing fíame).* Una flama que tiene más oxígeno que acetileno.

FLAMA DE PRECALENTAMIENTO *(preheat fíame).* Flama de la boquilla del soplete con la que el metal por cortar es precalentado.

FUSIÓN *(fusión).* Proceso en el que dos piezas metálicas separadas son fundidas y se convierten en una sola pieza.

MANDRIL *(chuck).* Una mordaza con la que se sujeta la herramienta o el material en que se está trabajando.

MARTINETE *(striker).* Un dispositivo, como un encendedor de fricción, que se utiliza para encender el soplete de soldar.

METAL POR SOLDAR *(base metal).* El metal que se va a soldar, cortar o soldar en fuerte.

PENETRACIÓN *(penetration).* Profundidad a la que una soldadura penetra en el metal por soldar.

PETARDEO *(backfire).* Un estallido rápido de la flama del soplete justo antes de que se apague.

PRECALENTAMIENTO *(preheat).* Un procedimiento de soldadura en el que el metal se calienta antes de soldarlo.

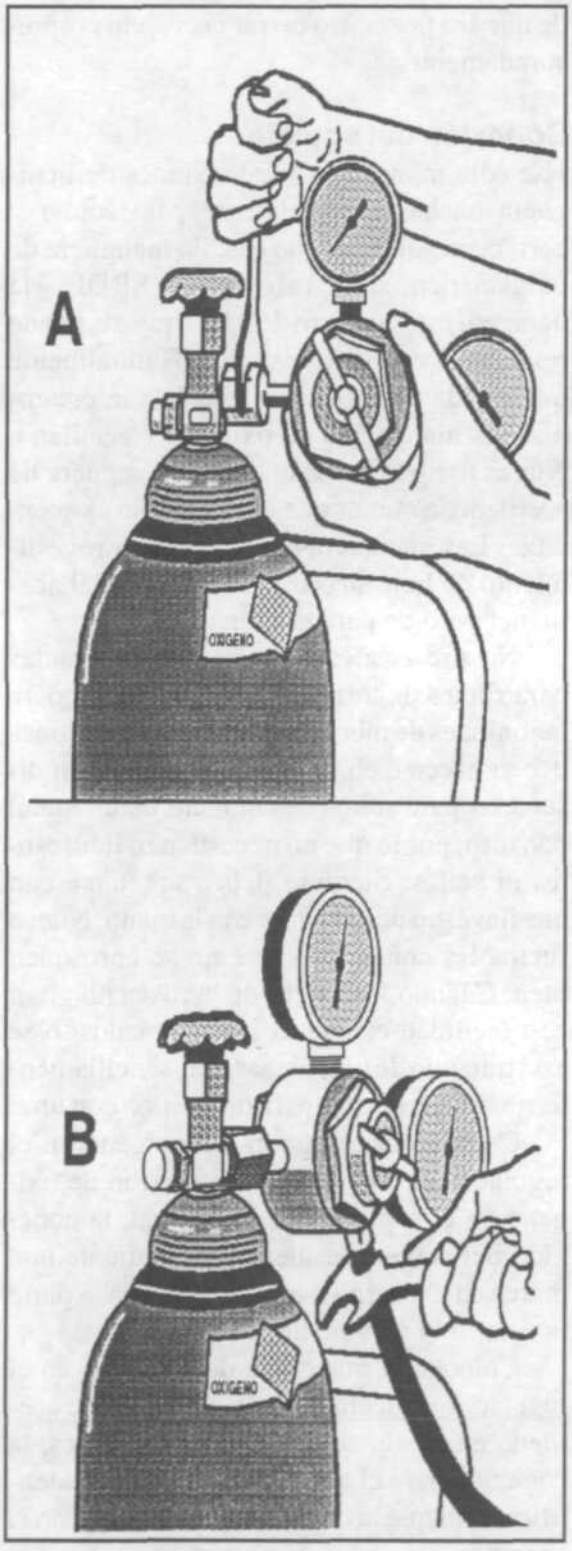
Preparación y operación del equipo

Al preparar un equipo de soldadura, se debe seguir un orden determinado, tanto por razones de seguridad como para hacer las conexiones en forma correcta. Una vez que haya usted conocido esto, veremos como se enciende el soplete y se ajusta la flama.

El orden establecido para preparar el equipo de soldadura es el siguiente:

PASO 1. Coloque una cadena alrededor de los cilindros y sujételos en posición vertical a un sitio en el que no puedan ser volteados. Si no se encuentran en una carretilla apropiada, sujételos firmemente con una cadena a un banco de trabajo, la pared o un poste. Como ya dijimos, los cilindros de acetileno nunca se deben almacenar ni usar más que estando en posición vertical.

PASO 2. Abra las válvulas de los cilindros. Si los cilindros de oxígeno y acetileno están equipados con un casquete protec-



Fíg. 35-2. Ensamble del equipo para soldar. Use una llave apropiada para fijar el regulador en el cilindro (A). La manguera verde es la del regulador de oxígeno y la roja la del regulador de acetileno.

tor, quíteselo antes. Luego, abra las válvulas. En otras palabras, abra y cierre las válvulas rápidamente, para que arrojen la basura o las impurezas que haya en la línea del niple de la manguera. Coloqúese de manera que el gas que salga del cilindro no le alcance ni a usted ni a su ropa.

PASO 3. Instale los reguladores. Abra la válvula rápidamente, como un cuarto de vuelta, y vuélvala a cerrar de inmediato. De este modo, la abertura de salida de la válvula quedará limpia del polvo y la basura que se hayan acumulado y que podrían deteriorar el asiento del regulador o introducirse en éste.

Advertencia: Nunca abra las válvulas de un cilindro de gas que esté lleno cerca de donde se realice algún trabajo de soldadura. Tampoco lo abra cerca de donde haya chispas, flamas o se encuentre otra fuente de ignición.

PASO 4. Conecte las mangueras en los reguladores. Conecte el regulador del oxígeno en el cilindro de oxígeno, y el regulador del acetileno en el cilindro de acetileno. En caso de que el regulador y el cilindro de acetileno tengan roscas diferentes, será necesario usar un adaptador entre los dos.

En los Estados Unidos de América, se usan mucho dos tipos diferentes de conexiones de cilindros. Una es la conexión modelo CGA510, que tiene roscas a la izquierda y una salida interior al cilindro. La otra conexión, modelo CGA300, tiene roscas a la derecha y una salida exterior al cilindro.

Ambos tipos de conexiones se deben apretar fuertemente con una llave. De ser posible, hay que evitar el uso de llaves ajustables o curvas. En muchas ferreterías se pueden encontrar llaves de dos o más aberturas fijas, hechas especialmente para los trabajos con soldadura de gas (autógena).

Nota: Nunca intente volver a apretar la tuerca de unión del regulador después de haber preparado el equipo y de haber abierto la válvula del cilindro. Acuérdese de cerrar

la válvula antes de apretar la tuerca.

El tornillo de ajuste de la presión que se localiza en el regulador se debe hacer girar hacia la izquierda, o sea, en sentido contrario al de las manecillas del reloj, hasta que gire libremente. Así se asegura de que el regulador quede desconectado. Cerciórese de que la válvula del regulador esté cerrada, antes

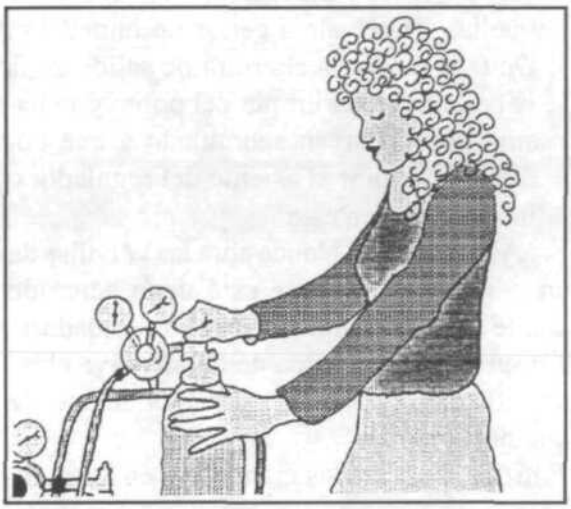


Fig. 35-3. Siempre que abra la válvula del cilindro, coloqúese a un lado del regulador.

de admitir en éste la presión del cilindro. Para ello, el tornillo de ajuste de la presión debe ser aflojado tanto como sea necesario para que deje de hacer fuerza contra el resorte de ajuste de la presión que se encuentra dentro del regulador.

Abra lentamente las válvulas de los cilindros. Coloqúese donde pueda ver la aguja del manómetro de presión del cilindro que tiene el regulador. Nunca se coloque frente a la salida del cilindro en que va colocado el manómetro del regulador.

Como ya dijimos, la válvula de oxígeno se debe abrir muy despacio al principio. Antes de abrirla completamente, espere a que la aguja del manómetro de presión deje de moverse. Recuerde que la válvula de acetileno no se debe abrir más de una vuelta y media.

Mientras esté abierta la válvula del cilin-, dro de acetileno, déjele puesta la llave. De esa manera, tendrá una llave a mano en caso de que sea necesario cerrar las válvulas apresuradamente.

Conexión del soplete

Use sólo mangueras y conexiones de manguera hachas especialmente para soldar y cortar con soldadura de gas. La manguera de oxígeno tiene siempre un forro VERDE, y la de acetileno un forro ROJO (que se puede relacionar con "explosivo"). Naturalmente que usted ya sabe que no se deben intercambiar las mangueras de oxígeno y acetileno. Nunca use gas propano en una manguera de acetileno, a menos que sepa que eso es aceptable. Las mangueras que tienen un revestimiento de hule sirven muy bien para el acetileno, pero no para el propano.

No use aceites o grasas, ni lubricantes para filetes de tornillos, ni compuestos para las uniones de tuberías. Todas las conexiones deben hacerse en seco, pues todas están diseñadas para sellos de contacto de un metal con otro, por lo que no necesitan ni lubricantes ni sellos. Siempre deben apretarse con una llave, no únicamente con la mano. Nunca fuerce las conexiones que no se enrosquen bien. Cuando los filetes de la rosca no giran con facilidad es que, o están dañados, o se está tratando de unir piezas que, sencillamente, no fueron hechas para unirse una con otra.

Coloque la manguera de oxígeno en el regulador de oxígeno y la conexión de oxígeno en el soplete. Por lo general, la conexión del soplete se identifica mediante una marca en el cuerpo o en el mango, en la parte opuesta a la válvula de oxígeno.

Coloque la manguera de acetileno en el regulador de acetileno y la conexión de acetileno en el soplete. En algunos sopletes, la conexión para el acetileno no se puede identificar, aunque la conexión para el oxígeno sí se indica.

Con una llave, apriete todas la tuercas que estén flojas. Luego, compruebe que no haya fugas.

Después de encender el soplete (lo cual

haremos muy pronto), se deben probar los alrededores del vastago de la válvula del mismo soplete, para comprobar que no haya fugas. Esto se hace con la solución para pruebas de fugas. Luego se vuelve a apretar la tuerca de empaque de la válvula, según sea necesario.

Presiones de operación (trabajo)

Cerciórese de que el sistema esté hermético. Luego, afloje los tornillos de ajuste de la presión de los dos reguladores, y abra la válvula del soplete. Deje abierta la válvula, y dele vueltas al tornillo de ajuste del regulador de oxígeno hasta que la presión de trabajo deseada aparezca en el manómetro de la presión de entrega localizado en el regulador. A continuación, cierre la válvula del soplete.

Abra (no más de una vuelta completa) la válvula de acetileno del soplete, y dele vueltas al tornillo de ajuste de la presión, localizado en el regulador del cilindro, hasta que obtenga la presión de trabajo deseada.

Nota: Recuerde que no debe exceder una presión de 15 libras por pulgada cuadrada (psi); es decir de 1 kilogramo por centímetro cuadrado, conforme se muestra en el manómetro de presión de entrega que se localiza en el regulador. Cierre inmediatamente la válvula del regulador de acetileno. Tal vez sea aconsejable fijarla en 5 libras por pulgada cuadrada (psi).

Otra advertencia: Nunca deje escapar acetileno ni ningún otro gas combustible cerca de nada que pueda hacerlo encender, ni en ningún lugar que no tenga buena ventilación. En caso de que se vea obligado a hacerlo, ajuste la presión teniendo cerrada la válvula de combustible del soplete, y ajústela otra vez según sea necesario.

Si el soplete recibe el acetileno a través de una red de tubería que no requiere reguladores en cada conjunto de soportes, lo único que necesita usted hacer es abrir la válvula de servicio de la salida de la estación. Abra la válvula de gas del soplete sólo cuando se encuentre listo para encender la flama.

Encendido de la flama

Sea cual fuere el diseño del soplete que esté usando usted, siga siempre las instrucciones del fabricante para encender la flama. Por lo general, el procedimiento es parecido al que se indica a continuación.

PASO 1. Abra como una vuelta y media la válvula de acetileno del soplete.

PASO 2. Inmediatamente, encienda la flama con un encendedor de chispa.

PASO 3. Reduzca el flujo de acetileno estrangulando la válvula de acetileno del soplete, hasta que las orillas de la flama comiencen a producir humo negro. Luego, aumente el flujo de acetileno suficientemente como para eliminar el humo negro.

PASO 4. Abra poco a poco la válvula de oxígeno, hasta que obtenga la flama deseada.

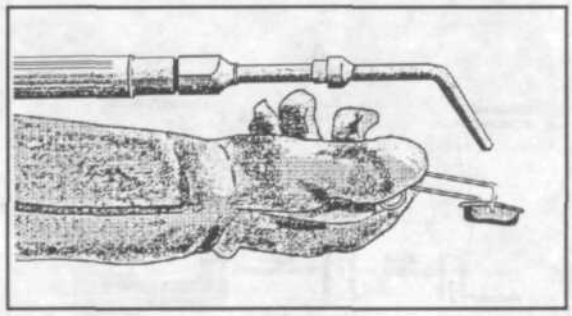


Fig. 35-4. Cuando encienda el soplete, mantenga el encendedor de chispa a unos 25 mm de la boquilla.

¿Cuál es la flama que quiere usted? Esperemos que sea una flama neutral. Como le indicaremos en la próxima sección, cuando hablamos de las tres flamas no nos referimos a un sensacional terceto de guapas intérpretes de música moderna.

Los tres tipos de flamas

Existen tres tipos de flama que se utilizan para soldar:

La flama neutral: es la más apropiada

La flama carbonizante: tiene demasiado acetileno

La flama oxidante: tiene demasiado oxígeno

Encienda usted el soplete de su equipo de soldadura autógena. Cuando esté ardiendo el acetileno, abra gradualmente la válvula de aguja del oxígeno hasta que aparezca cerca de la boquilla una flama blanquecina y bien definida. La rodeará otro cono, azuloso, que brilla ligeramente. Se trata de una flama químicamente neutral. El oxígeno y el acetileno están mezclados casi en la misma proporción. El cono brillante y blanco debería ser entre 15 y 95 mm de largo, dependiendo de qué tan grande sea la boquilla.

La flama neutral se utiliza para casi todos los trabajos de soldadura. Cualquier variación en una mezcla de relación unitaria, hace que varíe la flama. Cuando se introduce demasiado oxígeno en la mezcla, el resultado es una flama oxidante. Su cono interior es más corto y puntiagudo; y en lugar de tener un color brillante y blanco, es de color púrpura. A veces se usa para soldar con latón.

El exceso de acetileno da por resultado una flama carbonizante (que se conoce también como una flama carburizadora o reductora). Mientras que los otros tipos de flamas tienen dos conos, la carbonizante tiene tres.

En la flama carbonizante, el extremo del cono blanco y brillante ya no se encuentra tan bien definido. Está rodeado casi en su totalidad por un cono intermedio, de color blanco, de orillas imprecisas, así como de una envoltura externa azulosa.

Es probable que al principio le cueste un poco de trabajo ajustar la flama correctamente. Asegúrese de que puede distinguir entre la flama carbonizante y la oxidante. Una vez que sepa hacerlo, le será más fácil hacer los ajustes necesarios para obtener una flama

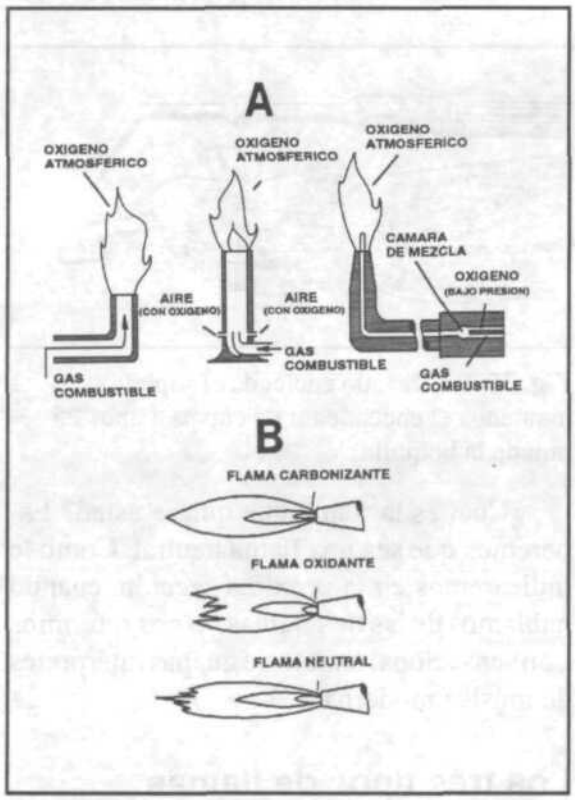


Fig. 35-5. Flamas para soldar. Tres métodos de mezclar oxígeno y combustible para producir una flama para soldar *(A)*. Los tres tipos de flamas de oxiacetileno (B).

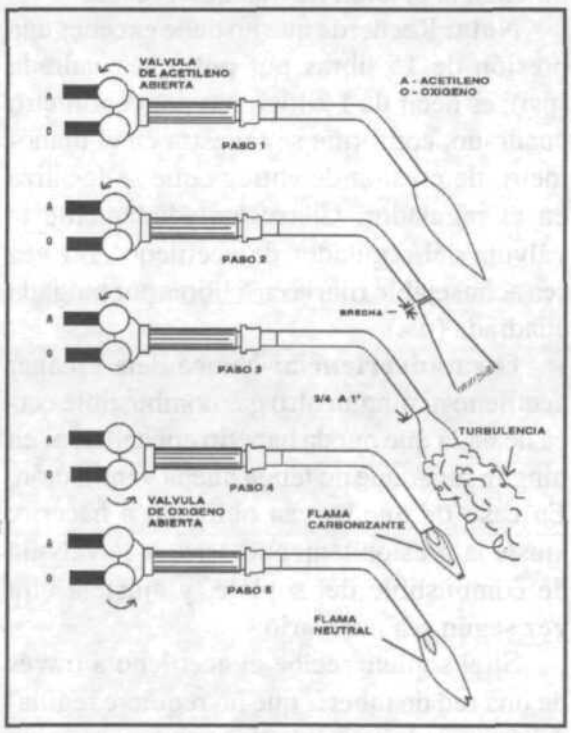


Fig. 35-6. Encendido del soplete de soldadura autógena o de oxiacetileno.

neutral.

Experimentos

Con seguridad, querrá usted familiarizarse con los efectos de cada una de estas flamas. Cuando se inicie en su carrera, se le presentará la oportunidad de experimentar con los tres tipos de flamas y un pedazo de hierro de desperdicio. A continuación, se describen algunos experimentos que tal vez quiera hacer.

La flama carbonizante

Encenderá el acetileno y conectará el oxígeno hasta que, en el extremo de la envoltura de la boquilla, aparezca un cono blanco seguido de otro cono en forma de abanico y de orillas imprecisas.

Se pondrá sus anteojos de soldador. Entonces, acercará al metal la punta de la flama blanca. Notará que al irse fundiendo el metal tenderá a hervir. Eso indica que el carbono está penetrando en el metal fundido. Cuando se haya enfriado, podrá observar que la superficie está picada y quebradiza.

La flama oxidante

Primero, abrirá la válvula de aguja del oxígeno. El cono blanco se reducirá de tamaño y su color se volverá un oro azuloso o de tono azuloso. La flama arderá con un franco rugido, un soplido fuerte. Aplicará esta flama al metal, y hará que el cono entre en contacto con la superficie. Verá que, al irse fundiendo el metal, se producirán muchas chispas y se formará en la superficie una espuma blanca o espuma de escoria. Al enfriarse el metal, la superficie queda muy brillante.

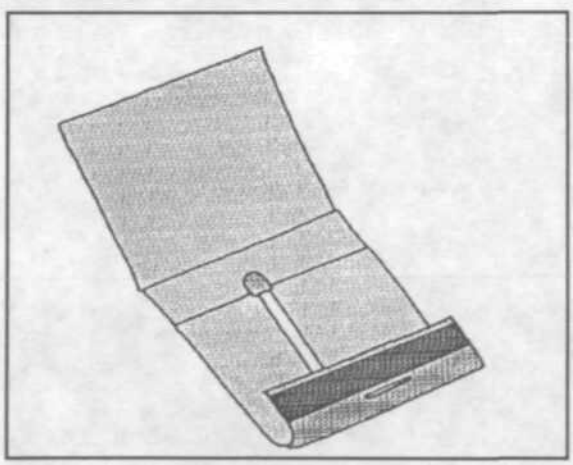


Fig. 35-7. Nunca use un cerillo para encender la flama de la soldadora. Use siempre un encendedor de chispa.

La flama neutral

Abrirá la válvula de aguja hasta que la flama esté equilibrada. Luego, aplicará la flama neutral a un pedazo de metal. El flujo del metal fundido será suave, y se producirán muy pocas chispas. El sedimento estará limpio.

Petardeo y retroceso

Siempre que se esté trabajando con soldadura, se deben vigilar dos cosas: el petardeo y el retroceso.

Petardeo

Se dice que hay petardeo, cuando la flama sale con un fuerte chasquido o estallido. El petardeo puede ser causado por:

- el contacto de la boquilla con la madera
- el sobrecalentamiento de la boquilla
- operar el soplete con la flama ajustada muy baja
- una boquilla floja
- asientos dañados
- basura en la boquilla

Claro está que la causa del petardeo se debe corregir antes de encender el soplete otra vez. El petardeo podría causar un retroceso.

Retroceso

El retroceso ocurre cuando la flama regresa y arde dentro de la boquilla, la manguera, el soplete y el regulador. Si sucede esto, cierre las dos válvulas de inmediato. ¡Ciérrelas en el orden que quiera, pero hágalo de inmediato!

Si un retroceso llega al cilindro, puede provocar un incendio y hasta una explosión. Por lo general, el retroceso tiene un agudo sonido chillante o sibilante. Cuando se cierra la válvula de oxígeno del soplete, la flama cesa inmediatamente. Luego, se debe cerrar la válvula del gas combustible del soplete. Antes de seguir trabajando, deje que el soplete se enfríe.

Los retrocesos son algo muy serio. Será necesario que llame a un técnico especializado para que investigue el asunto. Una vez que se haya reparado la falla, se debe hacer pasar un poco de gas por la boquilla y dejar que transcurran unos cuantos segundos, para que escape cualquier basura que hubiera en los pasajes. Los retrocesos dejan en las mangueras una especie de forro o película carbonizada. Deshágase de cualquier manguera en la que haya ocurrido un retroceso, y reemplácela por una nueva.

Posiciones para soldar

Todos los trabajos que se describen en esta sección, se hacen con una flama neutral. Para

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Los tres tipos de flamas que se utilizan para soldar son: la flama_____que es la más apropiada, la flama_____que tiene demasiado acetileno y la flama_____que tiene demasiado oxígeno.
2. Siempre que se trabaja con soldadura se debe tener mucho cuidado de que no ocurran los efectos de_____y_____que son sumamente peligrosos.
3. El efecto de petardeo sucede cuando:
   a. La boquilla hace contacto con la_____.
   b. Se sobrecalienta la_____.
   c. El soplete opera con la flama ajustada muy_____.
   d. La boquilla está_____.
   e. Los asientos están_____.
   f. Existe basura en la_____.

Respuestas

1. neutral, carbonizante, oxidante. 2. petardeo, retroceso 3. madera, boquilla, baja, floja, dañados, boquilla

obtener una flama neutral, comience siempre con una cantidad de acetileno un poco mayor que la necesaria, y después aumente el flujo de oxígeno. Esto reducirá el exceso de acetileno.

Revise frecuentemente el ajuste de la flama. Cuando tiene mucho acetileno, es fácil detectarlo debido a su larga envoltura. Esto indica que no es una flama neutral. Normalmente, el exceso de oxígeno hace que el metal fundido produzca muchas chispas. Cuando haga prácticas de soldadura, no utilice la flama más fuerte que pueda producir la cabeza de soldar. Una flama fuerte es aquella que se separaría ligeramente de la boquilla si el flujo de oxígeno se aumentara un poquito. Use en el regulador la presión de salida recomendada por el fabricante del soplete.

No dude en reducir un poco el tamaño de la flama ajustando la válvula de estrangulamiento del soplete. Mientras no tenga usted experiencia, una flama muy fuerte le dificultará controlar el sedimento de la soldadura. Es mejor que la flama sea excesivamente débil que demasiado fuerte. Posiblemente no podrá soldar muy aprisa, pero sí tendrá un mejor control. Puede experimentar con el tamaño de la flama conforme vaya avanzando. Pero comience con una flama más bien débil.

Las distintas posiciones para soldar son las siguientes:

Superficies planas

La superficie de trabajo está a ras del suelo, y la flama está paralela al piso.

Vertical

Tanto la superficie de trabajo como la línea de la soldadura son perpendiculares al piso, o sea que están derechos y rectos.

Horizontal

La superficie de trabajo está perpendicular al piso, pero la línea de la soldadura está paralela al mismo.

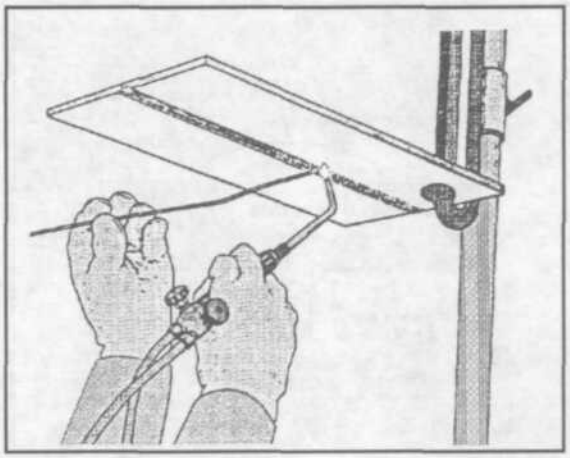


Fig. 35-8. Soldadura desde abajo.

Desde abajo

Esta posición es igual a la de superficies planas, pero el trabajo se hace desde abajo, en vez de por encima, de la pieza que se está soldando.

Movimientos de la flama y la varilla

Imagínese que está usted viendo cómo trabaja un experto en soldadura autógena. Posiblemente, lo primero que notará es que mantiene la flama y la punta de la varilla de soldar en movimiento casi constante. La flama se mueve una y otra vez, y casi sin interrupción, de uno a otro extremo de la línea de soldadura. La punta de la varilla se mueve una y otra vez de uno o otro lado del sedimento.

El movimiento de la varilla es contrario al de la flama, pero a menudo menos pronunciado. El cono interior de la flama no apunta directamente a la varilla más que por una fracción de segundo. Las pequeñas y precisas ondas que se forman son resultado más que nada del movimiento de la varilla en el sedimento.

Notará usted también que cuando el soldador aleja del sedimento la punta de la varilla, no la retira muy lejos ni por mucho tiempo. La varilla queda dentro de la envoltura exterior de la flama, por lo que se conserva precalentada.

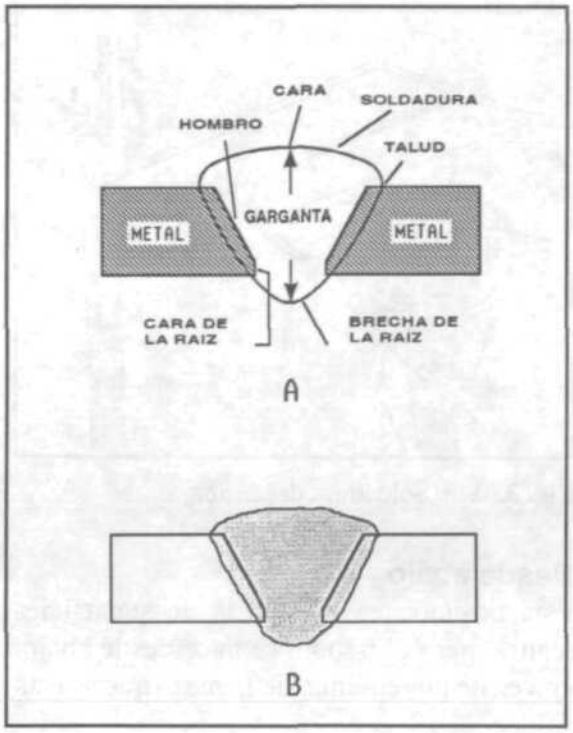


Fig. 35-9. Unión con soldadura. Partes de la soldadura *(A).* Una buena soldadura (B).

El acero tiene una consistencia blanda, o pastosa, por lo que es fácil controlarlo. El soldador se mantiene a una cierta distancia del acero fundido. Con la flama, dirige el calor hacia el sedimento; y se lo retira con la varilla de soldar.

Para trabajar a la distancia apropiada, la boquilla debería estar a unos 32 mm de la superficie de la pieza que se va a soldar. Procure conservar la separación. Es posible que cuando comience a practicar le cueste un poco de trabajo. Si la varilla se pega a la pieza que esté soldando, no intente quitarla por la fuerza. En vez de ello, use la flama para fundirla y retírela.

Eliminación del extremo o muñón de la varilla

Para economizar, los soldadores que trabajan con soldadura autógena usan casi completamente los extremos de las varillas de soldadura. Cuando la varilla se acorta tanto que ya no es posible usarla sin peligro, se puede soldar de inmediato a otra que tenga su tamaño original. También pueden juntarse varios pedazos, y soldarse para armar una varilla más larga y útil.

Partes de la soldadura

Como se muestra en la Figura 35-9, una unión con soldadura se compone de las partes siguientes:

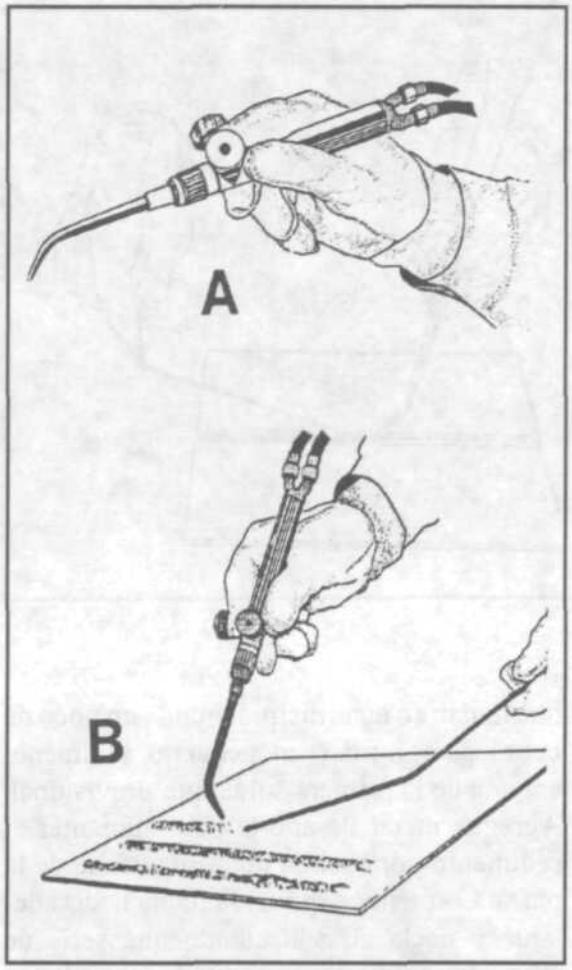
- La cara: la parte que se suelda
- La raíz o fondo (o brecha de la raíz): la parte opuesta a la cara
- La cara de la raíz (o brecha): el área que se ha perfilado
- La garganta: la parte que está entre la cara y la raíz
- El talud o borde: la parte donde la cara de la soldadura se encuentra con el metal que se está soldando (y donde debe fundirse de manera apropiada)
- El hombro: el metal que se ha quitado para obtener una mejor fusión

Las soldaduras de calidad tienen buena fusión y penetración. Si no hay fusión, el metal se rompe. Si la penetración atraviesa el metal, se tiene lo que se conoce como una penetración completa. Fíjese en la ilustración (B) de la Figura 35-9.

El proceso de soldar

¿Listo? Bien, ahora veremos cómo se suelda. Sostenga el soplete como si fuera un lápiz muy grande, conforme se muestra en la Figura 35-10. (Los sopletes de mayor tamaño tienen las válvulas en el extremo del mango, por lo que tal vez tenga usted que modificar un poco la manera de sujetarlo.)

Encuéntreles un apoyo a las mangueras, para que no estorben los movimientos del



Flg. 35-10. Sostenga el soplete como si fuera un lápiz muy grande (A). Hechura de cordones de soldadura *(B).*

soplete. Algunos soldadores se las pasan por el hombro derecho, de modo que no resulten muy pesadas en la mano.

Ahora, abra la válvula poco a poco, para que el acetileno llegue al soplete. Enciéndalo con un encendedor de chispa y ajústelo para obtener una flama neutral. La figura 35-10 muestra cordones de soldadura aplicados a lo ancho de una placa metálica.

Antes de hacer cordones de soldadura, practique el encendido del soplete trazando unos cordones de sedimento a lo ancho de la placa metálica, pero sin usar la varilla de soldar. Primero, sostenga el soplete sin moverlo. El cono interior de la flama deberá estar como a unos 32 mm de la superficie del metal, y mantenerse así hasta que se forma un pequeño charco de metal.

Ahora, comience a mover la flama de uno a otro lado, trazando pequeños arcos o semicírculos. Haga avanzar el sedimento de manera tan constante como pueda, y de derecha a izquierda. Es posible que no pueda evitar fundir la placa metálica y hacerle un hoyo. En caso necesario, reduzca el tamaño de la flama, aumente la distancia entre el cono interior y la pieza en que está trabajando, o haga que el sedimento avance a un ritmo mayor. Siga practicando hasta que pueda hacer un cordón bastante uniforme a lo largo de unos 5 o 7 centímetros.

Ahora, tome un pedazo de varilla de soldadura de 0.16 cm, y vea si puede hacer lo que está indicado en la Figura 35-10 (B). Dóblela para que pueda sujetarla cómodamente. Mantenga el extremo de la varilla en la envoltura exterior de la flama, como a 125 mm del cono interior, hasta que la flama forme un sedimento. Introduzca la varilla en el sedimento tanto como sea necesario para que suelte en él una o dos gotas de metal fundido. Retírela un poco. Adelante el sedimento otra vez.

Repita esta operación hasta que haya cruzado de uno a otro lado de la placa metálica. Vuelva a hacerlo una y otra vez, hasta que pueda hacer un cordón que sobresalga a todo lo ancho de la superficie de la placa y que tenga una anchura uniforme. Experimente con los ángulos de la flama y la varilla. Quizá los que se muestran en la ilustración no sean apropiados para usted.

Cuando haga un hoyo que atraviese la placa metálica, trate de llenarlo poniéndole poco a poco metal de relleno. Hágalo primero por un lado y luego por el otro, hasta que desaparezca el hoyo.

Empalmes a tope

Para hacer un empalme a tope plano, como el de la Figura 35-12, coloque en la mesa de trabajo, y lado a lado, dos placas metálicas. Deje entre ellas, en el extremo por que co-

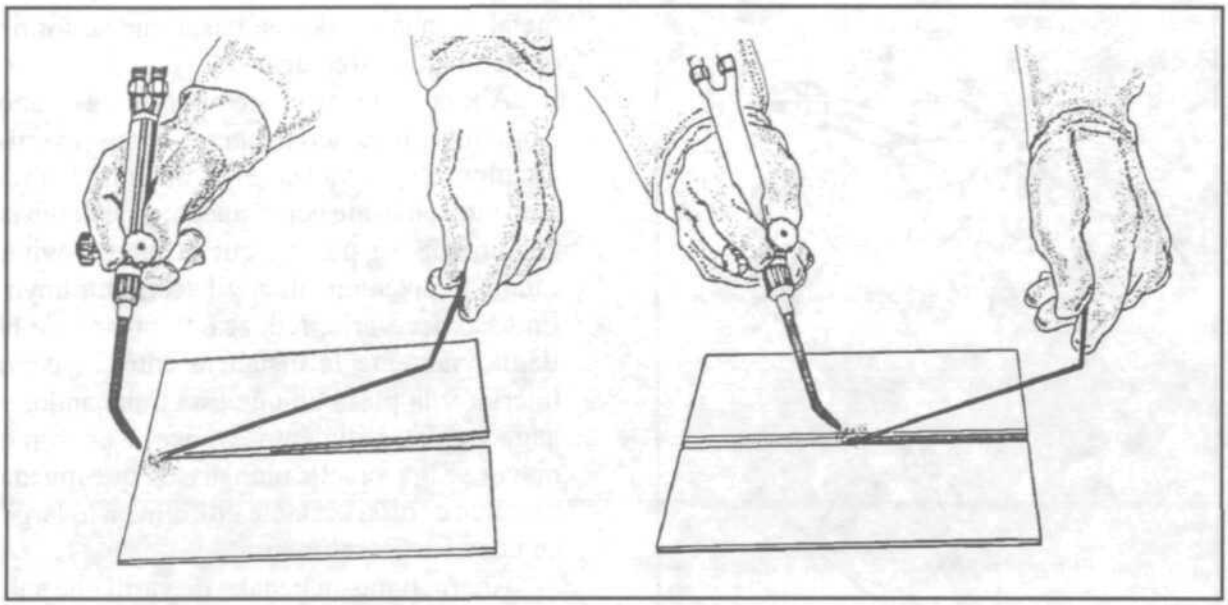


Fig. 35-11. Soldadura de un empalme a tope.

menzará a soldar, unos 15 mm, y en el otro extremo, como 45 mm. Haga una soldadura provisional, o de puntos, en el extremo del comienzo del trabajo.

Dirija la flama en círculos pequeños, calentando cada lado de manera uniforme, hasta que aparezcan cerca de las esquinas los primeros indicios de que el metal se está fundiendo. Entonces, agregúele a la unión de la brecha metal de relleno o de la varilla de soldar, que ya habrá sido calentada por la flama exterior. No acumule puntos de soldadura en la superficie de la placa. Deje pasar unos minutos para que el metal se enfríe. Luego, voltee la pieza en dirección contraria, de manera que pueda hacer una soldadura provisional en la misma posición usada para el primer punto de soldadura.

Como la brecha es más grande, la segunda soldadura será más difícil de hacer. Se debe agregar un poco de metal en cada lado. Deje que se enfríe ligeramente, mientras dirige la flama al otro lado hasta que pueda unir la brecha. Una vez que la haya unido, haga una soldadura provisional. Deberá ser bastante mayor que la primera.

Vuelva a poner las placas en la posición que tenían en un principio. Funda un poco de metal para formar un pequeño sedimento encima de la primera soldadura provisional. Agregue metal de aporte para aumentar el sedimento por encima de la superficie de la placa. Comience a mover la flama hacia adelante y hacia atrás haciendo una serie de arcos. Introduzca el extremo de la varilla en el sedimento, para irle agregando metal de aporte de manera regular. Luego, retírelo ligeramente. Adelante el sedimento con la flama, moviéndola de un lado a otro de la línea de unión.

Ahora se puede ver claramente que hacer un empalme a tope entre dos piezas es más difícil que hacer un cordón a través de la superficie. Aún así, usted ya habrá comenzado a sentir el ritmo. Se dará cuenta de que la flama debe demorarse un poco en cada extremo del arco. Esto evita que se produzca un sobrecalentamiento en el centro del sedimento. El movimiento de la varilla para entrar y salir del sedimento lo ayudará a desarrollar su sentido de la sincronización apropiada.

Más adelante en esta misma lección, leerá usted acerca de trabajos que requieren que la varilla se mantenga permanentemente en

el sedimento. Sin embargo, esto no se hace en el caso de las placas metálicas.

Cuando haga sus primeros trabajos de soldadura, no se preocupe por cómo se vean. Nada más trate de evitar usar más metal de aporte del necesario para unir la brecha. Lo primero que debe tratar de lograr es obtener una fusión completa en el fondo de la soldadura. Para ello, el metal que se encuentra adelante de la soldadura debe alcanzar el punto de fusión antes de que el sedimento mismo llegue a tal punto. Es algo bastante difícil de lograr sin quemar la placa y hacerle agujeros innecesarios. Una vez que termine la primera soldadura, voltee la pieza y examine el fondo de dicha soldadura.

Para hacer un empalme a tope en una placa que tenga un espesor de 65 mm o más, una las dos piezas de acero con una soldadura provisional. Las dos placas deben tener un bisel de alrededor de 45 grados. Los bordes inferiores se deben esmerilar, para formar un hombro cuadrado como de 15 mm de profundidad. Los hombros cuadrados se conocen también como "terrenos".

(Posteriormente, cuando ya haya dominado algunas de estas técnicas, podrá biselar los bordes para producir un ángulo comprendido más chico, quizá de 60 grados en vez de 90 grados. Así se tendrían ángulos de 30 grados por lado.)

Imagínese dos planchas de metal. Tienen como 23 centímetros de largo. En el extremo del principio están separadas unos 32 mm, y por lo menos 48 mm en el extremo del final. Para hacer este trabajo, utilizará una varilla de soldadura de 1/8 de pulgada.

Haga una soldadura provisional por el estilo de la que hizo en la placa metálica. Caliente de manera pareja los dos lados de la unión, hasta que comiencen a fundirse. Con cuidado y gota a gota, vaya agregando soldadura, hasta que la brecha quede unida. No deje que la soldadura provisional sobresalga de la superficie de la plancha. Deje pasar unos minutos para que se efectúe el enfriamiento. Voltee las piezas con unas pinzas o unas tenazas, para hacer la soldadura provisional en el extremo del final. Como la brecha es mayor, en este caso necesitará tener más paciencia y cuidado.

Vuelva a voltear las planchas y comience a hacer una pasada de raíz. Esta deberá ser únicamente como de la mitad del grosor del metal. La pasada de raíz es la primera pasada que usted hace.

Ahora la pasada de raíz está casi terminada. Fíjese en que las esquinas superiores de las piezas están todavía afiladas y no se han fundido. El objeto de esta primera pasada es completar la penetración de la raíz.

Para las planchas de 65 mm se recomienda hacer dos pasadas. Haga una pasada de raíz, luego la de terminado o recubrimiento.

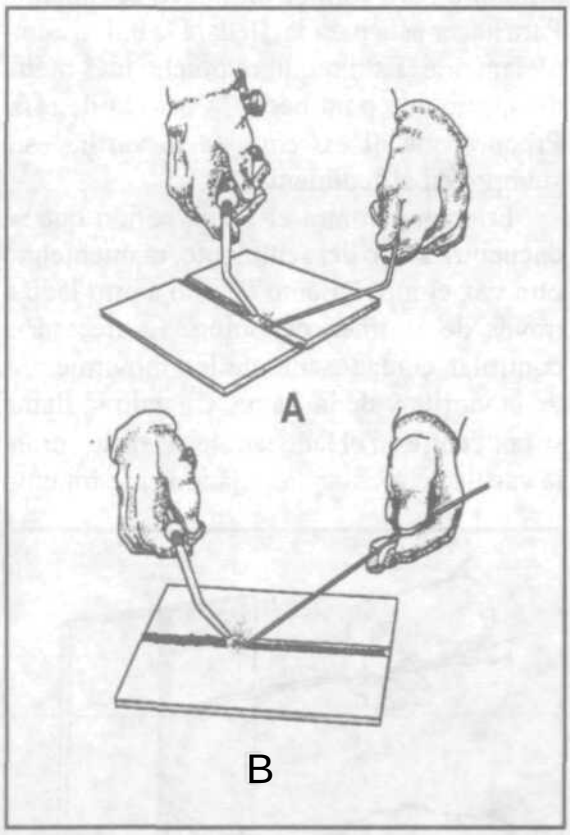


Fig. 35-12. Soldadura de empalmes a tope. La pasada de raíz es la que se hace primero (A) Luego se hace la pasada de terminado *(B).*

No descartamos la posibilidad de que la soldadura se pueda hacer en una sola pasada. Cuando se trata de planchas de acero tan gruesas, muchos soldadores experimentados prefieren soldarla con una pasada.

Otros lo hacen por capas, mediante una secuencia de soldaduras o con dos pasadas. Hacen las pasadas de raíz de unos cinco centímetros, retroceden y terminan la sección mientras el metal está todavía caliente. Luego continúan con otra sección en la que hay que hacer pasadas de raíz, y así sucesivamente, hasta que terminan el trabajo. Esto se conoce como soldadura escalonada.

Vea otra vez la Figura 35-12 en la que se muestra la pasada de terminado en la misma placa en la que se ha hecho una pasada de raíz. El soldador ha regresado al extremo del principio para formar un nuevo sedimento. Para hacer esta pasada, llenará la unión completamente. Esto requiere mucho más metal de aporte que para hacer la pasada de raíz. Procure que el extremo de la varilla esté siempre en el sedimento.

Friccione contra el metal sólido que se encuentra abajo del sedimento, manteniendo otra vez el movimiento de uno a otro lado a través de la línea de unión. Es necesario controlar cuidadosamente los movimientos de la varilla y de la flama. Cuando la flama se concentre en el lado izquierdo de la unión, la varilla debe estar empujando el sedimento hacia el lado derecho. No es necesario que el arco que haga la flama sea tan ancho como el arco hecho por el extremo de la varilla.

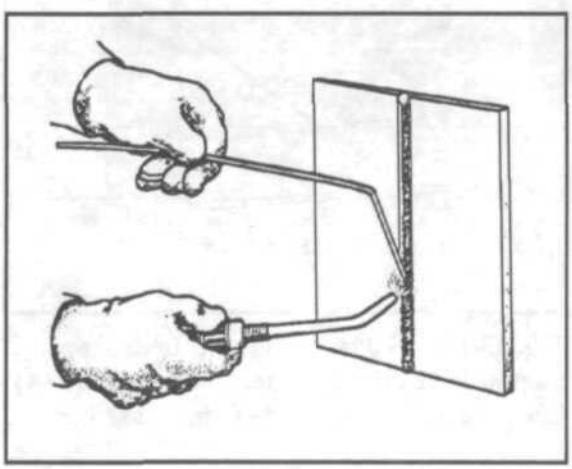


Fig. 35-13. Posición vertical para soldar.

Si el movimiento de la varilla es insuficiente, la soldadura no quedará bien cortada. O sea que, a cada lado de la soldadura ya completa habrá sitios en los que el metal de soldadura no llegará al nivel de la superficie de la plancha. Habrá un surco al lado de la soldadura. Tarde o temprano, el surco se abrirá.

Soldadura vertical

La Figura 35-13 muestra cómo se hace una soldadura en posición vertical, y en la que llamaremos "posición desalineada". El soldador está haciendo la pasada de terminado, después de acabar la pasada de raíz.

Soldar en posición vertical no resulta muy difícil, una vez que se ha logrado contrarrestar la fuerza de la gravedad sobre el sedimento de la soldadura. La flama debe dirigirse de tal manera que la corriente de gas empuje el sedimento hacia arriba. Este sedimento ha de conservarse tan pequeño como sea posible.

La clave para hacer una soldadura vertical es comenzar en forma correcta. Trabaje más bien despacio, vaya agregando el metal de aporte poco a poco, con objeto de hacer una plataforma de arranque de metal solidificado en la que pueda apoyarse el sedimento. Así podrá hacer el resto de la soldadura sin tropiezos. No trabaje muy aprisa, porque el sedimento le resultará demasiado grande o demasiado fluido. Manténgalo en un estado blando o pastoso.

En la segunda pasada, tenga especial cuidado de mover el sedimento de manera que llene la cuerda completamente. Y no se desaliente si corta algo menos de lo necesario. Las primeras veces, es difícil evitar hacerlo.

Soldadura horizontal

Hacer una pasada de raíz en posición horizontal es bastante fácil. El sedimento se debe conservar tan pequeño como sea posible.

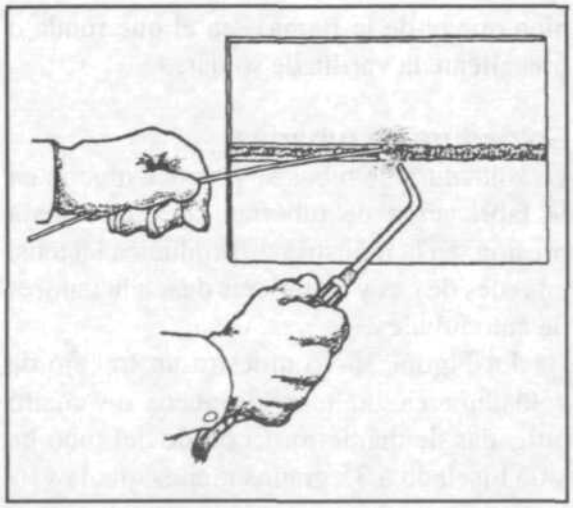
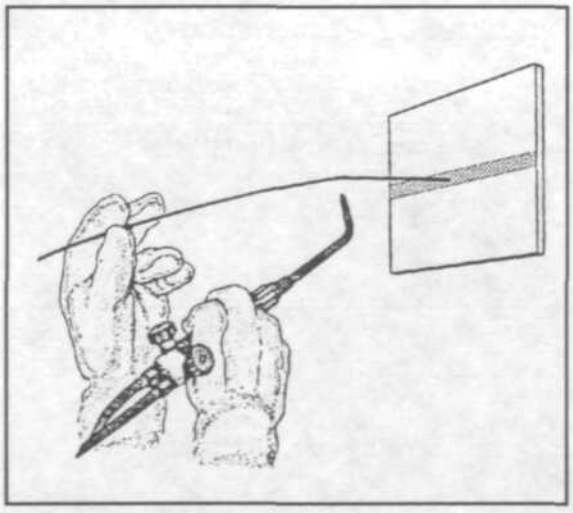


Fig. 35-14. Así se hace una pasada de raíz en la posición horizontal.

Para la pasada de terminado se necesita una técnica distinta de las de la posición vertical y la posición para superficies planas. La flama se debe mover una y otra vez en diagonal a través de la línea de soldadura, a fin de conservar un sedimento también un poco sesgado a través de la línea. El metal de aporte se le pone al sedimento cerca de la parte superior. Tanto la flama como la varilla deben empujar el sedimento para evitar cortar menos de lo necesario a lo largo de la parte superior de la soldadura. Por lo tanto, la flama se debe dirigir hacia arriba.

Al igual que en la soldadura vertical, el objeto es mantener el sedimento en un estado blando o pastoso. No permita que se haga muy fluido, porque podría derramarse sobre la pieza inferior de la plancha.



Fíg. 35-15. Cuando ya no pueda sujetar la varilla con comodidad, déjela que se funda con el sedimento.

Procure que la esquina de la sección superior no se ablande más que lo absolutamente necesario para obtener una buena fusión. Es probable que para lograrlo necesite usted practicar mucho. Se requiere gran habilidad para fundir la parte superior de la soldadura sin perder el control del sedimento.

Fíjese en el truco tan práctico que se muestra en la Figura 35-15. Cuando la varilla esté ya muy corta y no la pueda sujetar con comodidad, déjela que se funda con el sedimento. Después, suéldela por su extremo libre con otro pedazo de varilla. Luego, vuelva a formar el sedimento, funda la varilla para que se libere del sedimento y continúe con el trabajo.

Este truco funciona particularmente bien en posiciones horizontales. Cuando se hace este tipo de soldaduras, sólo de vez en cuando se necesita doblar la varilla para trabajar cómodamente. Esto se debe a que tanto la varilla como el soplete de la flama tienen un ángulo que las dirige un poco hacia arriba.

Este truco se puede usar en cualquier posición en que se trabaje. Primero, suelde a la varilla un pedazo más y pase el doblez a la sección original. Luego, hágale un nuevo doblez a la nueva sección.

Soldadura desde abajo

La soldadura desde abajo, ilustrada en la Figura 35-8, tal vez parezca muy difícil, pero en realidad es más fácil que la posición horizontal. Todo lo que se necesita para trabajar es una posición razonablemente cómoda. Después, se sorprenderá de lo fácil que resulta.

Para practicar esta posición, una dos planchas metálicas mediante soldadura provisional y sujételas con unas mordazas unos cuantos centímetros más arriba del nivel de su vista. Hágale un pequeño doblez a la varilla soldadora. Dirija la flama casi directamente

hacia arriba, pero inclinándola un poquito hacia el extremo por el que terminará de soldar. Después, mueva la flama y la varilla de manera muy semejante a como se hace en la posición para soldar superficies planas. Mantenga el sedimento en estado pastoso, de modo que no gotee.

Coloque las piezas que está soldando en una posición que no lo obligue a doblar el cuello demasiado. Incluso la mejor de las posiciones puede ser un poco cansada. Acuérdese de tomar un descanso de vez en cuando.

Al soldar desde abajo, la flama debe permanecer en el borde del sedimento durante más tiempo que en su centro. De esta manera, se extiende el sedimento y se evita que el exceso de metal fundido forme una gota grande y pesada. Asegúrese en el curso del trabajo de que el calor del sedimento (más bien que el de la flama) sea el que funda o precaliente la varilla de soldar.

Soldadura de tuberías

La soldadura de tubos se practica mucho en la fabricación de tuberías de agua a baja presión, en la industria de productos lácteos, en redes de gas y en talleres de silenciadores de automóviles.

La Figura 35-16 muestra un trabajo de soldadura en un tubo de acero de cuatro pulgadas de diámetro. El borde del tubo ha sido biselado a 35 grados menos que la vertical, para producir un ángulo interno o comprendido de 70 grados. Los extremos (o terrenos) del tubo han sido provistos de un hombro cuadrado. Los bordes biselados son muy agudos. Si usted sabe cortar a mano con cierta precisión, puede biselar el tubo por sí

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Tipo de soldadura en la cual la superficie de trabajo descansa sobre el piso, y la flama del soplete está paralela al piso. _____
2. Tipo de soldadura en la cual tanto la superficie como la línea de la soldadura están perpendiculares al piso, o sea, que están derechas y rectas. _____
3. Tipo de soldadura donde la superficie está perpendicular al piso, pero la línea de la soldadura está paralela al piso. _____
4. Tipo de soldadura donde la pieza o parte a soldar se encuentra en la parte superior. _____

a. vertical
b. desde abajo
c. superficies planas
d. horizontal

Respuestas

1. c 2. a 3. d 4. b

mismo con un soplete cortador o un accesorio.

Los tubos de cuatro pulgadas (unos 10 cm) se deben soldar provisionalmente en cuatro sitios. Antes de hacerlo, separe las dos piezas como unos 32 mm una de otra. Las soldaduras provisionales se encogerán, por lo que la distancia final se reducirá como a 24 mm. Haga las soldaduras provisionales con rapidez, una después de otra. Haga la segunda directamente frente a la primera, lo cual ayudará a que la unión quede alineada en forma correcta. Use una varilla de soldadura de 1/8 de pulgada (0.31 cm). Tratándose de tubos de dos pulgadas (unos 5 cm) use una varilla de 3/32 de pulgada.

Después de hacer las cuatro soldaduras provisionales, comience la pasada de raíz. No empiece por una de las soldaduras provisionales, sino a unos 2.5 cm de ellas, De esta manera, los tubos se mantendrán bien alineados.

En el trabajo real, siempre que es posible las soldaduras de tuberías se hacen girando el tubo durante la operación. De esta manera, todo el trabajo se puede hacer en la posición para superficies planas. Realmente, no es difícil idear una instalación para soldar tubos que den vueltas. Los soldadores experimentados pueden trabajar en cualquier posición.

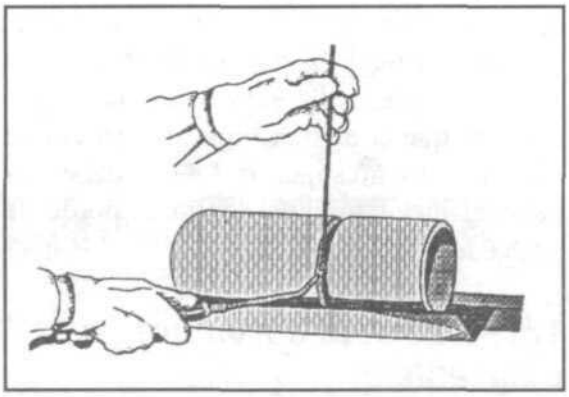


Fig. 35-16. Soldadura de un tubo.

Si el tubo no da vueltas, para hacer el trabajo es necesario soldar en las posiciones plana, vertical y desde abajo. Sin embargo, los soldadores especializados en tuberías se refieren a la totalidad de la unión como la "posición 5G". (En caso de que le interese, le diremos que "5G" no significa nada, excepto las posiciones para soldar. Es un nombre inventado por la Sociedad Americana de Soldadura.) Usted, adopte la posición que le acomode. Y recuerde que siempre es el soldador quien decide el punto exacto por el que comenzar la soldadura.

La Figura 35-17 (A) muestra una pasada de raíz bastante avanzada. Para tubería de pared más gruesa que 1/8 de pulgada (0.31 cm), se recomiendan dos pasadas, mientras que para la de paredes más delgadas por lo general basta con una pasada.

La flama del soplete está casi apuntando a la línea central del tubo. El metal de aporte casi forma una tangente o toca la superficie del tubo, o se sujeta en forma vertical sobre ella. Estos son los ángulos más comunes, exceptuando las veces en que el ángulo de la flama se debe ajustar en las posiciones vertical y desde abajo.

Cuando llegue a la soldadura provisional, acuérdese de fundirla completamente, hasta la raíz misma. En ocasiones, esas soldaduras se hacen de prisa y sin cerciorarse de que haya una penetración completa. No cometa el error de soldar encima de una soldadura provisional sin antes fundirla completamente. Tal vez tenga que retirar la varilla de soldadura del sedimento durante unos cuantos segundos.

A menos que los extremos del tubo hayan sido preparados perfectamente, la anchura de la brecha de unión será diferente en la raíz. En tal caso, es probable que haya que corregir los rebordes con mucho cuidado. Esto se hace primero en uno de los lados de la unión y después en el otro.

Una de las grandes ventajas de la soldadura autógena es que permite regular por separado la generación de calor y el metal de aporte. Las brechas que pueden ser muy difíciles para la soldadura de arco no representan ningún problema para la autógena.

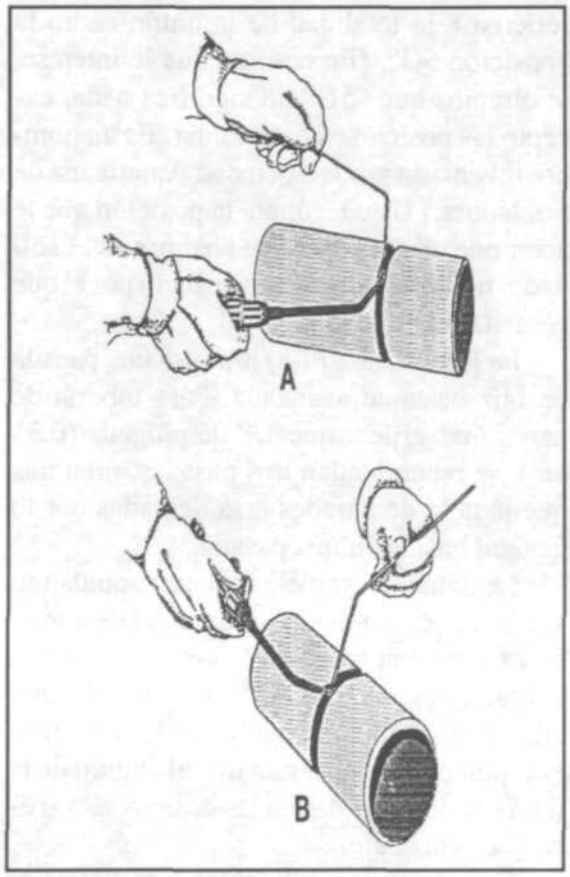


Fig. 35-17. Soldadura de tuberías. La pasada de raíz *(A).* La posición vertical *(B).*

En la soldadura de tuberías, hacer la pasada de terminado no se diferencia gran cosa de la pasada de terminado que se hace en otros tipos de soldadura. El factor clave es el movimiento de la varilla. La varilla debe soldar en el fondo del sedimento y pegar en los lados de los bordes de la unión. La flama debe demorarse en cada extremo del arco y concentrarse en el sedimento, incluso en la varilla soldadora. La flama y la varilla deben moverse en la dirección opuesta.

El soldador de la Figura 35-17 (B) está trabajando en lo que se podría clasificar como una posición vertical. La flama apunta un poco más allá de la línea central del tubo, con objeto de retener el sedimento contra la atracción de la gravedad.

Observe la mano del soldador: está usando la técnica del revés. Con ella, es bastante fácil hacer una soldadura vertical de arriba abajo en vez de abajo arriba. La flama se sigue usando para sostener el sedimento. El objeto es impedir que el sedimento se adelante al metal que todavía no ha alcanzado la temperatura de fusión.

En la técnica del revés, los movimientos de la flama y de la varilla son distintos de los usados en la soldadura con la mano de frente. Sería aconsejable que experimentara usted el trabajo con la técnica del revés, usando dos piezas metálicas. Antes de aplicarla en un tramo de tubo, pruébela en la posición para superficies planas, así como en la vertical.

La Figura 35-18 muestra cómo se hace una pasada de raíz cuando el soldador trabaja en una posición horizontal. Para los instaladores de tuberías (tuberos), ésta es una "posición vertical 2G". (También en este caso, 2G no significa nada en particular.) Si usted ha dominado la soldadura de placas en la posición horizontal, las tuberías no le presentarán problemas adicionales.

Para las soldaduras de raíz, es necesario que el sedimento sea lo más pequeño posible. Dirija la flama un poco hacia el lado superior de la unión. La varilla se debe sostener en la que se considera la posición normal para todos los trabajos en tuberías. Debe estar cerca de la superficie o circunferencia del tubo.

Cuando haga la pasada de terminado, recuerde que el sedimento debe estar sesgado, para que el extremo inferior sea el que dirija al extremo superior. La raíz debe empujar el metal fundido contra el borde de arriba de la unión.

Técnicas para cortar con oxiacetileno

Ahora, veamos el procedimiento para cortar metal con la flama de acetileno y el chorro de oxígeno. La Figura 35-19 muestra un equipo típico para cortar con oxiacetileno. Como puede ver, se compone de las mismas piezas que el equipo para soldar.

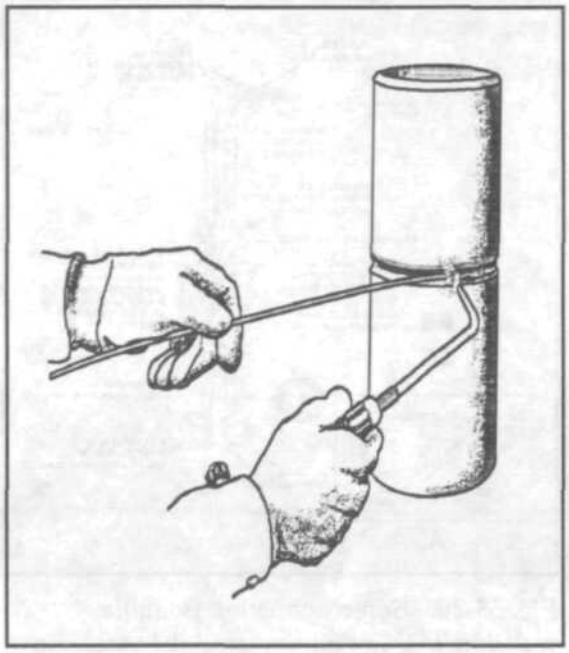


Fig. 35-18. Así se hace una pasada de raíz en la posición horizontal.

El soplete cortador

Para cortar metales con un equipo de soldadura autógena, la flama de gas calienta el metal, mientras un chorro de oxígeno hace el corte. Este proceso se llama también "cortar a flama". Se puede utilizar para cortar secciones de acero, tanto muy delgadas como muy gruesas. Tratándose de una línea de producción, permite cortar varias capas de metal al mismo tiempo. Esto reduce el tiempo y los costos. El uso del oxiacetileno es particularmente útil para dar forma a los bastidores de maquinaria y las estructuras de edificios.

El soplete cortador es parecido al soplete soldador. La diferencia es que tiene un pasaje independiente para el chorro de oxígeno.

El procedimiento para cortar con un equipo de soldadura autógena, consiste en usar una o más ñamas de oxiacetileno para calentar al rojo vivo un punto determinado de una pieza de acero. Decimos que al rojo vivo, porque la temperatura es de aproximadamente 982 °C (1,800 °F). Entonces entra en funciones el chorro de oxígeno, el cual corta el metal.

Las flamas de precalentamiento siguen funcionando durante el corte del acero. De lo contrario, la acción de cortar se haría más lenta y acabaría por detenerse, puesto que el proceso de oxidación no es lo suficientemente caliente por sí mismo.

A medida que el soplete avanza por la línea que se va a cortar, se forma un corte, ranura o muesca detrás de la boquilla. De hecho, ésta es la parte que se va cortando.

El término "equipo cortador" abarca todos los elementos necesarios para llevar a cabo el trabajo. Una estación cortadora tendría un equipo, iluminación, ventilación, una mesa o banco de trabajo y, posiblemente, una cabina.

Como el soplete debe tener un chorro de oxiacetileno con el que cortar, la presión del oxígeno es generalmente más alta que la que se usa al soldar. Por ello, es posible que el equipo incluya un regulador de oxígeno de servicio pesado, y una manguera también de servicio pesado.

La flama de calentamiento del soplete cortador de oxiacetileno no sale del centro de la boquilla, sino de varios orificios dispuestos en un círculo. Fíjese en el soplete cortador

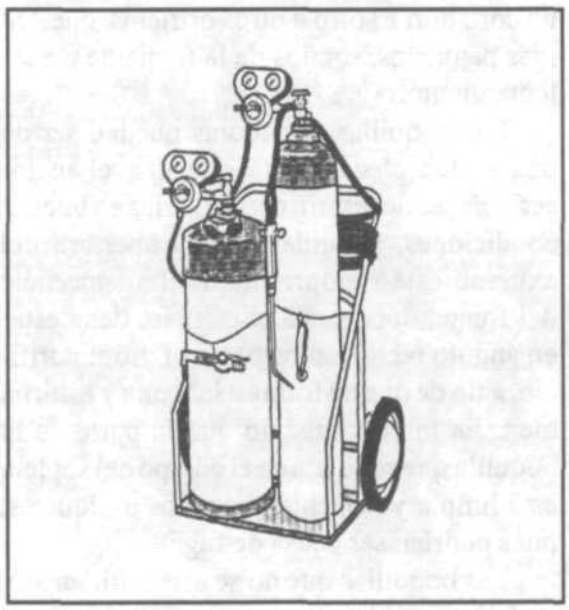


Fig. 35-19. Equipo portátil de oxiacetileno para soldar y cortar.

que se muestra en la Figura 35-20 (A).

Tome nota de que el operario controla la operación mediante una palanca de corte con oxígeno. Los pequeños orificios mantienen en la boquilla la flama de precalentamiento. Para hacer los cortes, basta con oprimir la palanca de corte con oxígeno localizada en el soplete. Esta controla el flujo de dicho gas.

Casi todos los fabricantes de equipos de soldar y cortar hacen un accesorio para cortar que se puede instalar en el soplete soldador, transformándolo en un soplete cortador. Por lo general, dicho accesorio, y el soplete cortador con el que se utiliza, cuestan menos del costo combinado de un soplete soldador y otro cortador. Además, ocupan menos espacio.

Para instalar el accesorio para cortar lo único que se necesita hacer es quitar la boquilla soldadora, y después poner en su lugar el accesorio para cortar. Así se evita el tener que cambiar las dos mangueras y se simplifican las operaciones de soldar y cortar.

Boquillas cortadoras

Normalmente, las boquillas cortadoras tienen por lo menos dos orificios. El del centro de la boquilla se usa para el chorro de oxígeno cortador. El otro u otros orificios, que son más pequeños, son los de la flama de precalentamiento.

Las boquillas cortadoras pueden ser de una o dos piezas. Para que den el mejor servicio, es necesario conservarlas en buenas condiciones, y cuidar que la abertura del extremo esté siempre limpia. La superficie del frente, donde está el orificio, debe estar en ángulo recto con respecto al propio orificio, a fin de que dé forma a la flama y la dirija bien. Es importantísimo que la parte de la boquilla que se sujeta en el cuerpo del soplete esté limpia y no tenga rasguños o piquetes, pues podrían ser causa de fugas.

Las boquillas que no se estén utilizando, se deben guardar siempre en una caja o estuche apropiado. El soplete soldador no debe usarse para golpear, como si fuera un mazo

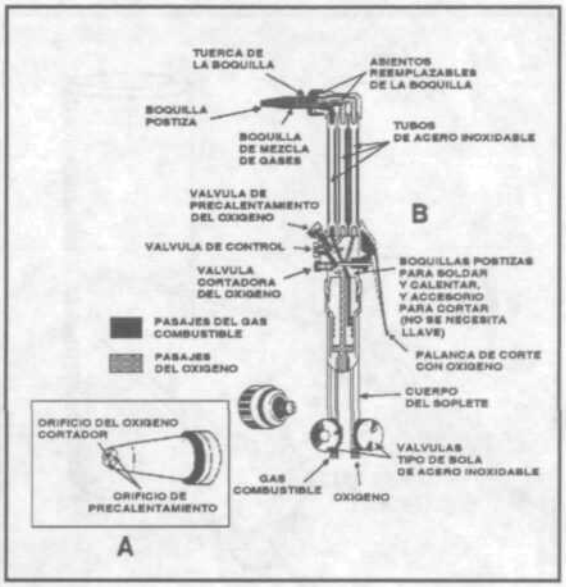


Fig. 35-20. Soplete cortador. Boquilla cortadora *(A).* Corte transversal del accesorio cortador montado en el mango de un soplete *(B).* Los gases de precalentamiento se mezclan en la cabeza del soplete.

o un martillo, ni tampoco como palanca. La boquilla debe estar en perfectas condiciones. Las flamas de precalentamiento, así como la presión del oxígeno, se han de ajustar cuidadosamente.

El corte

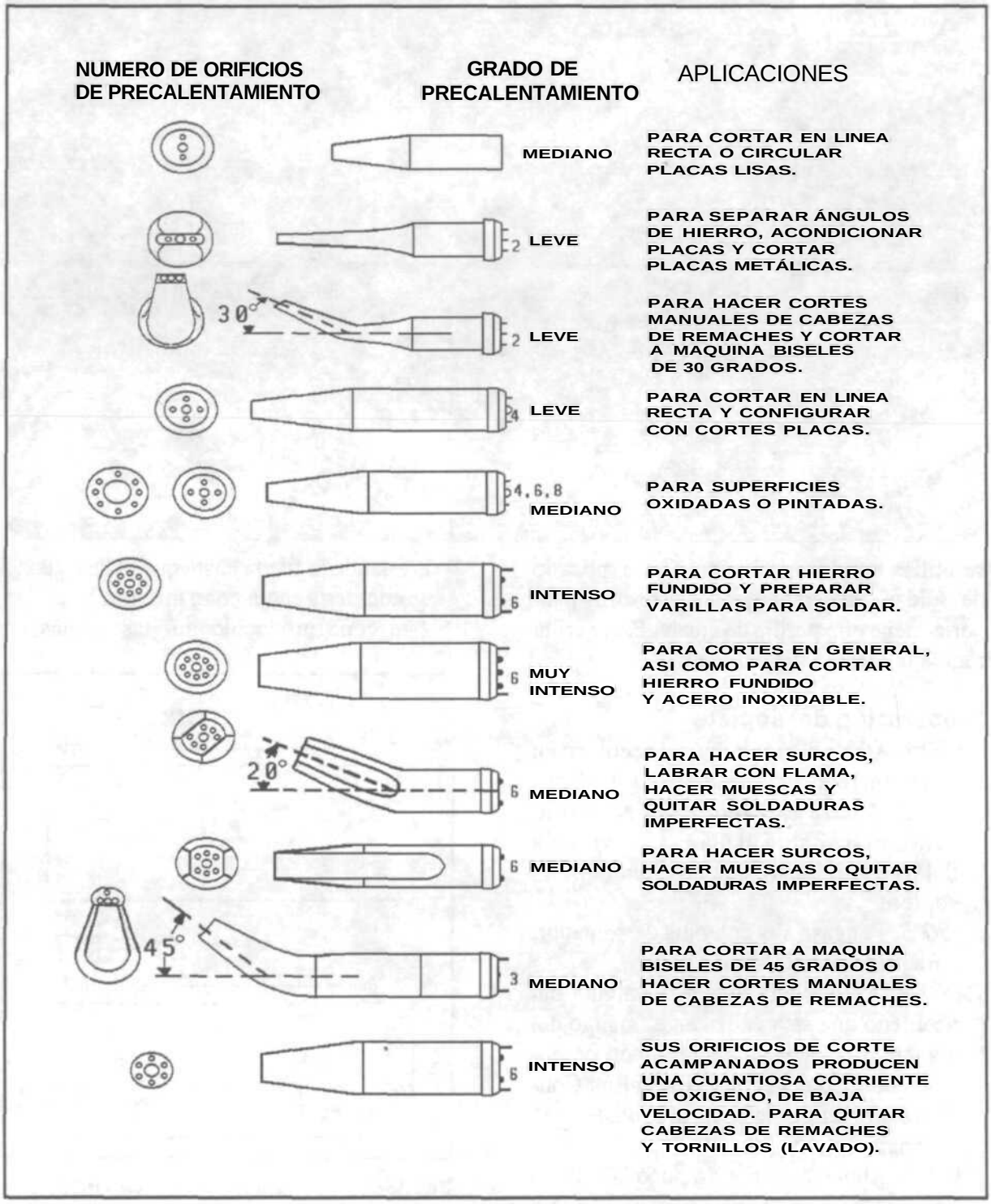
Para cortar, acerque a la orilla del metal la punta del cono interior de la flama de precalentamiento. El soplete cortador se debe sostener de tal manera que el cono interior quede como a entre 15 y 32 mm de la superficie del metal, como se muestra en la Figura 35-22.

Tan pronto como el metal se haya calentado al rojo vivo o al blanco, abra completamente la válvula del oxígeno cortador. El chorro de oxígeno hará que el metal calentado se oxide. El corte que hace se conoce como la ranura o corte.

Uno de los mejores indicios de que la operación de cortar estuvo bien hecha es una corriente de escoria en el fondo del corte. La corriente ideal es la que se sesga en la dirección en que se va moviendo el soplete. Si la corriente de escoria se retrasa con respecto al

desplazamiento del soplete, puede ser debido a la insuficiencia de calor o de oxígeno. También podría deberse a que la operación de cortar se esté haciendo demasiado aprisa.

El accesorio para cortar se enrosca en la unión que para el objeto tiene el mango del soplete o antorcha. El procedimiento para encender y apagar el soplete es el mismo que



Flg. 35-21. Boquillas de sopletes cortadores comunes y cómo se usan.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo el término entre paréntesis que complete la siguientes afirmaciones.

1. Para soldar tuberías se debe emplear varilla de soldadura con un diámetro de (3/32, 3/8 pulgadas).
2. Para soldar tuberías con un espesor mayor de 1/8 de pulgada se recomienda que la soldadura se aplique en (1 pasada, 2 pasadas).
3. En la técnica de soldadura al revés, los movimientos de la flama y de la varilla son distintos de los usados en la soldadura con la mano (de frente, de lado).
4. El soplete cortador es parecido al soplete soldador. La diferencia es que tiene un pasaje independiente para el paso del chorro de (acetileno, oxígeno).
5. Las boquillas cortadoras normalmente tienen un mínimo de (dos orificios, tres orificios).

Respuestas

1. 3/32 pulgadas 2. dos pasadas 3. de frente 4. oxígeno 5. dos orificios

se utiliza en el procedimiento ya explicado de soldar. Sin embargo, el accesorio para cortar tiene otra perilla de ajuste. Esta perilla regula la presión del oxígeno.

Preparación del soplete

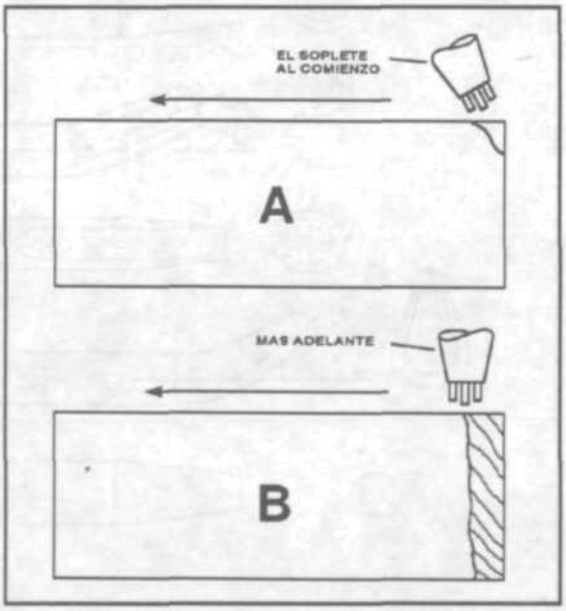
PASO 1. Ajuste el regulador del acetileno en 4 psi, y el regulador del oxígeno en 35 psi.

PASO 2. Cierre la válvula del accesorio para cortar, y abra al máximo la válvula del oxígeno localizada en el mango del soplete.

PASO *3.* Póngase sus anteojos de soldador, para protegerse la vista.

PASO 4. Abra media vuelta la válvula del acetileno que se localiza en el mango del soplete. Encienda la boquilla con un encendedor. Comenzará a salir hollín. Continúe abriendo la válvula hasta que desaparezca el hollín.

PASO 5. Ahora, abra poco a poco la válvula del accesorio para cortar. Verá usted cómo se forma un largo cono interior. Continúe ajustando la flama hasta que el largo cono se convierta en un cono interior. Verá que este cono producido por las flamas de



Fíg. 35-22. Posiciones del soplete cortador. Posición para comenzar *(A).* En pleno trabajo *(B).*

precalentamiento, es totalmente plateado. Continúe con el ajuste hasta que obtenga una buena flama neutral.

PASO 6. Cuando la flama neutral esté ardiendo bien, presione hacia abajo la palanca del accesorio para cortar. Esta palanca permite que el soplete reciba más oxígeno para hacer el corte. Es el proceso de oxidar, o quemar, el metal. Cuando presione hacia abajo la palanca, notará que la flama neutral ha dejado de serlo. Pero no se preocupe. Ajuste la flama nuevamente, para obtener una flama neutral.

Cómo se apaga el soplete cortador

PASO 1. Cierre la válvula del acetileno.

PASO 2. Cierre la válvula del oxígeno y el accesorio para cortar.

PASO 3. Cierre la válvula del cilindro de acetileno.

PASO 4. Cierre la válvula del cilindro de oxígeno.

PASO 5. Retire a su posición normal los tornillos de ajuste del regulador del acetileno.

PASO 6. Retire a su posición normal los tornillos de ajuste del regulador del oxígeno. El soplete se encuentra ahora totalmente desconectado.

El procedimiento para cortar

El soplete cortador se debe sostener en un ángulo de 90 grados, o sea verticalmente y apuntando hacia arriba o hacia abajo, según sea el caso. Las flamas de precalentamiento se deben mantener a por lo menos 65 mm de la superficie de la pieza que se va a cortar. Si se dejara que éstas tocasen el metal, podría producirse un petardeo.

Ahora, manteniendo la cabeza del soplete a 65 mm de la superficie, caliente el metal hasta que adquiera un color rojo brillante. Luego, oprima hacia abajo y poco a poco la palanca de oxígeno del soplete. El oxígeno pasará a través de la boquilla y quemará, u oxidará, al metal.

Un corte bien hecho no deja ninguna

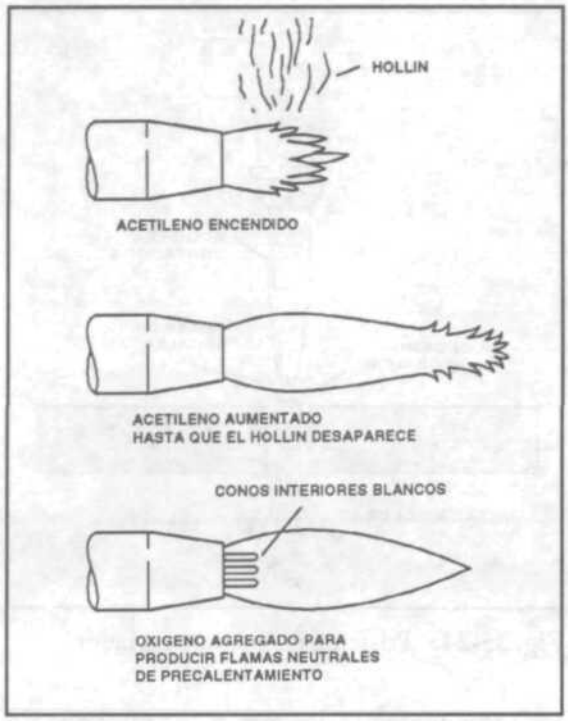


Fig. 35-23. Ajuste del soplete cortador para obtener una flama neutral.

acumulación de escoria en el fondo. Igualmente, las líneas del corte son casi completamente rectas. Compare los cortes que se muestran en la Figura 35-26. Cuando un corte está bien hecho, sus líneas de arrastre son casi rectas, y no hay ninguna acumulación de escoria en el fondo. Si el soplete se mueve muy despacio, el corte resultará malo. Esto hace que la escoria se acumule debajo de la placa y que se formen unos surcos profundos en la superficie del metal. Por el contrario, si el soplete se mueve muy aprisa, la escoria se acumula en el fondo del corte.

Otras causas de un mal corte son:

Que la boquilla esté obstruida.

Que la boquilla no sea del tamaño apropiado.

Que la mezcla de oxígeno y acetileno no sea la debida.

La mezcla de combustible debe ser como de 35 libras (unos 16 kilos) de oxígeno por cada 5 libras (2.26 kilos) de acetileno. Existen tablas en las que se indican la presiones correctas para los distintos tipos de trabajos.

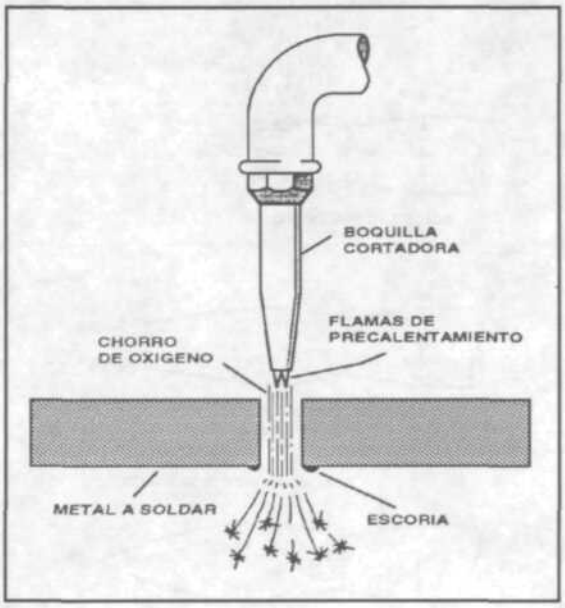


Fig. 35-24. Posición del soplete cortador.

En otras tablas se muestran los tamaños de boquillas apropiados de acuerdo con el grosor del metal.

Metales

Los metales que se pueden cortar con el soplete cortador de oxiacetileno se dividen en dos grupos:

- El de los metales que se oxidan y tienen una temperatura de fusión inferior a la del metal.

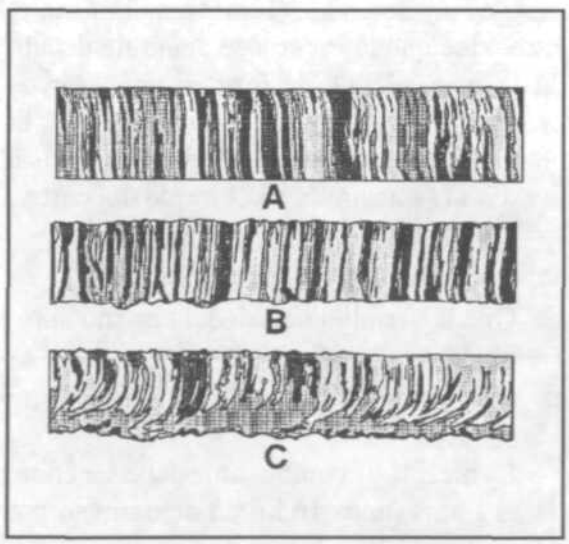


Fig. 35-25. Cortes de oxiacetileno. Un buen corte (A). El avance fue demasiado lento *(B).* El avance fue demasiado rápido (C).

- El de los metales que se oxidan y tienen una temperatura de fusión superior a la del metal.

Prácticamente todo el acero se oxida con una temperatura de fusión inferior a la del metal a soldar. Por lo tanto, cortarlo no presenta ninguna dificultad. El acero se corta suave y limpiamente.

El segundo grupo de metales incluye el hierro fundido, algunos aceros de aleación tales como el acero inoxidable, y materiales no ferrosos como el aluminio. Cortar estos metales es algo más complicado, porque el óxido tiene una temperatura de fusión más alta que la del metal a soldar. En ellos es casi imposible hacer un corte parejo. Cuando se hacen cortes, es necesario tener presentes algunos puntos de importancia:

- La presión del oxígeno suministrado al corte debe ser de aproximadamente 35 a 40 psi.
- El tamaño de la boquilla del oxígeno debe escogerse de acuerdo con el grosor del metal a soldar.
- Se debe mantener una velocidad apropiada durante todo el corte.
- La flama de precalentamiento se debe conservar a unos 32 mm del metal.
- Se debe usar la flama de precalentamiento apropiada.
- La boquilla del soplete se debe sostener en el ángulo apropiado.

Tome usted nota de que la presión del oxígeno determina la velocidad del chorro de oxígeno. El tamaño del orificio se determina

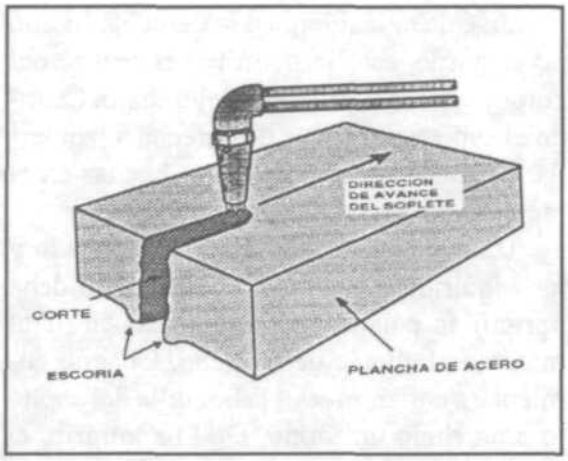


Fig. 35-26. Soplete cortando una plancha de acero.

de acuerdo con la cantidad de pies cúbicos de oxígeno por minuto (pcom) que se desea para una presión determinada. El corte se debe hacer con la rapidez suficiente para tener un pequeño arrastre en la línea de corte. Si el arrastre es muy pequeño, se consume demasiado oxígeno; y si es muy grande, puede suceder que el orificio cortante resulte insuficiente para la tarea.

La Figura 35-27 (A) muestra lo que sucede cuando se suministra demasiado oxígeno al corte. Este se ensancha a medida que el chorro penetra en el metal, y produce un "corte acampanado".

La Figura 35-27 (B) muestra lo que sucede cuando el soplete pasa demasiado rápidamente por la pieza en que se está trabajando. El metal del fondo, o lado opuesto, del corte no se quema, por lo que no recibe el calor o el oxígeno necesario para completar el corte. Como el metal no está totalmente cortado, la turbulencia resultante de los gases deja un corte muy irregular y áspero.

Si el soplete pasa muy despacio por la pieza que se está trabajando, el metal de precalentamiento se quema totalmente, desperdiciando la flama de precalentamiento. En tales casos, hay que suspender el envío de oxígeno a los orificios cortadores y calentar el metal a una temperatura adecuada, por medio de la flama de precalentamiento, antes de reanudar el envío de oxígeno. Se debe tener en cuenta que estos periodos de suspensión y renovación también pueden dar por resultado cortes irregulares.

Si una pieza de metal está muy sucia o tiene mucho hollín, es aconsejable limpiarla antes de comenzar a cortarla.

El movimiento del soplete

Cuando se trata de hacer cortes, el movimiento del soplete depende de la experiencia del operario. Por lo general, no se hace movimiento alguno. Si el metal es muy grueso, tal vez sea necesario oscilar (moverse en forma alterna de un lado a otro) para lograr un corte suficientemente ancho.

Para cortar, coloqúese en una posición cómoda. Como necesita mirar dentro del corte, aleje el soplete de usted en vez de acercarlo. Por lo general, conviene sostenerlo con ambas manos.

Lo más común es que el soplete se sostenga perpendicularmente a la superficie que se está cortando o en ángulo recto, hacia arriba o abajo. El extremo de la flama de

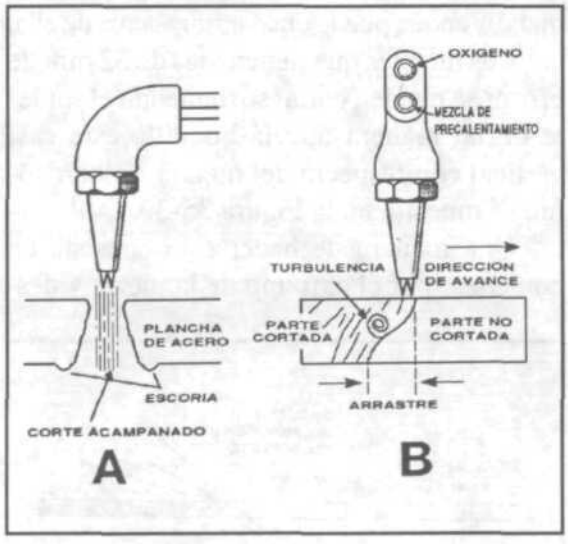


Fig. 35-27. Cortes deficientes. En el acero, el exceso de oxígeno causa un "corte acampanado" (A). Si el soplete pasa demasiado aprisa por la pieza que se está trabajando, deja un corte irregular y áspero *(B)*.

precalentamiento o del cono interior debe estar encima del metal, tocándolo.

No se olvide de ponerse en las piernas sus protectores de asbesto. Cubra el doblez de sus pantalones, para que no se les queden las escorias que caen al cortar. Debajo del sitio en el que vaya a hacer el corte, coloque un recipiente con un recubrimiento refractario (o sea, que no se funde), para que recoja la caliente escoria líquida.

Para cortar materiales que tengan hasta 32 mm de grueso, use boquillas de pequeño tamaño. Apunte la boquilla en la dirección de avance e inclínela de manera que las flamas de precalentamiento puedan calentar el metal que se encuentra adelante del chorro de oxígeno, como se muestra en la Figura 35-29.

Si la boquilla se sostiene verticalmente con respecto a la superficie, puede suceder que la pequeña cantidad de material precalentado esté fría en relación con el metal contiguo y no permita que se haga un corte suave. De hecho, muchos soldadores apoyan el filo de la boquilla sobre el metal durante el proceso de corte. Sin embargo, es mejor que el cono interior no toque la superficie del metal, aunque puede quedar muy cerca de ella.

Los metales que tienen más de 32 mm de grosor se pueden cortar sosteniendo el soplete de tal manera que la boquilla esté casi vertical con respecto del metal a soldar, como se muestra en la Figura 35-30.

Una manera de hacer esto consiste en comenzar por el extremo de la pieza, y desplazarse de la izquierda a la derecha. Si uno no es zurdo, esto le permite ver dentro del corte y vigilar el progreso del trabajo. Cuando el soplete se mueve de derecha a izquierda, se pueden seguir las guías hechas en el metal, o marcadas con gis o tiza.

Una vez que el borde se ha calentado y ha adquirido un color rojo opaco, se debe oprimir la palanca cortadora para abrir al máximo el chorro de oxígeno. Cuando comience a cortar, mueva la boquilla del soplete a un ritmo uniforme. De lo contrario, el corte será irregular y tal vez se interrumpa la acción de cortar.

Esto ya lo mencionamos antes; sin embargo, vale la pena de repetirlo. Antes de empezar a trabajar con un soplete para cortar póngase en una posición cómoda. Asegúrese de que sean retirados del área de trabajo todos los materiales inflamables. Y recuerde que debe usar siempre sus anteojos de soldador, con cristales oscuros del número cinco.

Realmente, cortar con oxiacetileno es un procedimiento muy fácil. Es cierto que algunas personas tienen una disposición natural para ello que las ayuda a hacer buenos trabajos. Pero se trata de algo que todos podemos aprender con la práctica. Si al principio se le

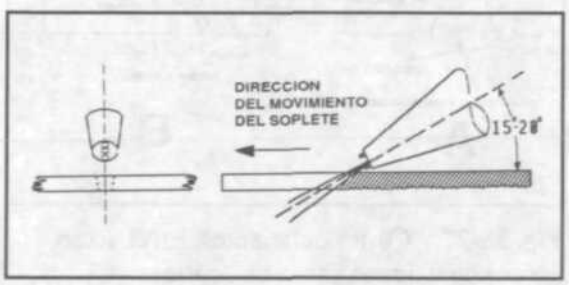


Fig. 35-28. Para cortar placas de acero delgadas, las dos flamas de precalentamiento se alinean con el corte.

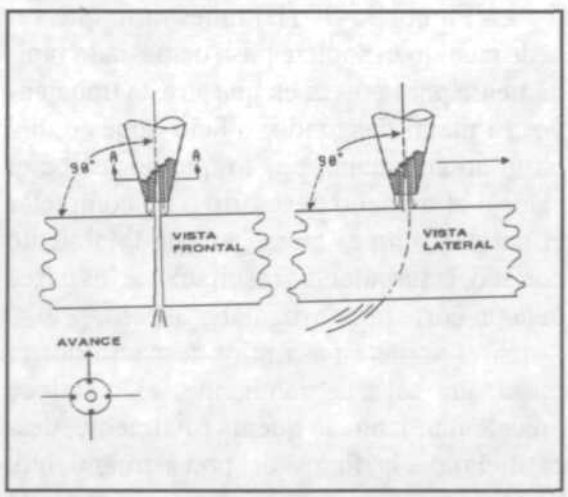
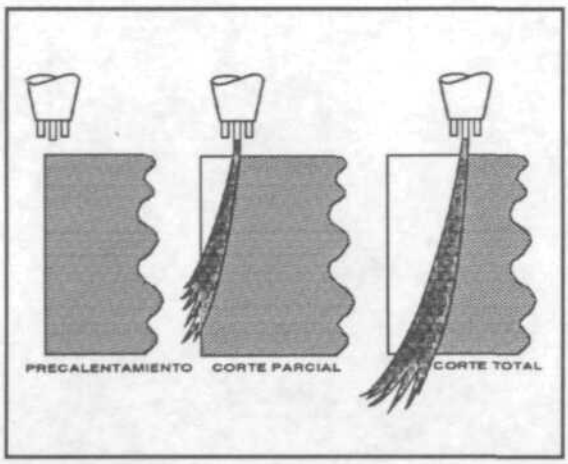


Fig. 35-29. Para cortar placas de acero gruesas, una flama de precalentamiento va adelante del corte, dos flamas calientan los lados y otra calienta el interior del corte.



Fíg. 35-30. Progreso de un corte en una plancha gruesa de acero.

dificulta, tenga paciencia, recuerde que si hace mal un corte lo tendrá que esmerilar para dejarlo parejo, lo cual es bastante trabajoso. Es mucho más fácil hacer un buen corte desde la primera vez.

Los biseles

Otra de las operaciones importantes que debe dominar el soldador es la de cortar biseles. Con esta operación, los bordes de una plancha de acero se preparan para ser soldados o para ser unidos con otra plancha, como se muestra en la Figura 35-31.

Los procedimientos para biselar los bordes son los mismos que se utilizan para cortar piezas metálicas de gran espesor. Dichos procedimientos los vimos en una sección anterior.

Al hacer un bisel, hay que esforzarse por lograr un corte de alta calidad. Se necesita que ajuste perfectamente con las demás piezas que estén soldando. Además, no querrá tener que esmerilarlo después.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones,

1. Para cortar, el soplete cortador se debe sostener en un ángulo de_____grados, o sea, totalmente vertical y apuntando hacia arriba o abajo, según sea el caso.
2. Para efectuar cortes con oxiacetileno, la mezcla de combustible debe ser de 35 libras de oxígeno por cada_____libras de acetileno.
3. Durante el proceso de corte, si el soplete pasa muy despacio por la pieza que se está trabajando, el metal de precalentamiento se_____totalmente.
4. Para cortar con oxiacetileno, lo más común es que el soplete se sostenga_____a la superficie que se desea cortar.
5. El procedimiento que se emplea para biselar los bordes de un material a soldar son los mismos que se utilizan para cortar piezas metálicas de gran_____.

Respuestas

1. 90 2. 5 3. quema 4. perpendicularmente 5. espesor

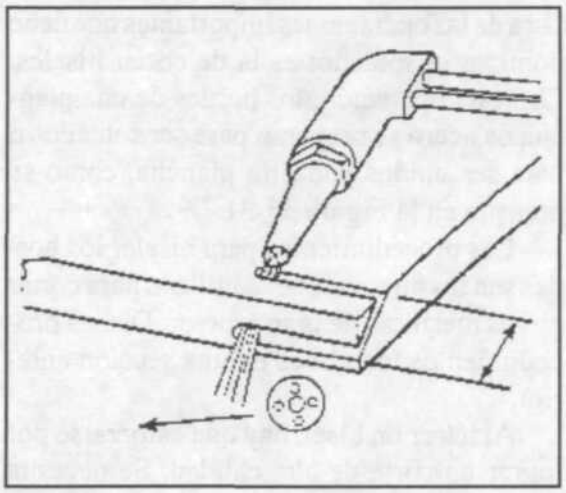
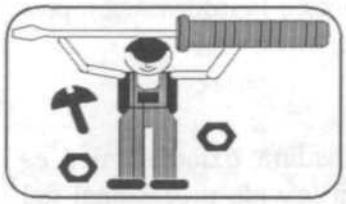


Fig. 35-31. Biselado del borde de una plancha metálica.

Resumen

En esta lección hemos visto cómo se debe encender la flama, así como la manera de ajustaría para obtener una flama carbonizante, oxidante o neutral. Discutimos los peligros del petardeo y el retroceso, y lo que se debe hacer en caso de que ocurra cualquiera de ellos. Aprendimos, igualmente, todo lo concerniente a las posiciones típicas para soldar, según el tipo de trabajo concreto. También conocemos ahora los movimientos de la flama y la varilla, que son contrarios. Estamos ya familiarizados con las distintas partes que se distinguen en una soldadura, y conocemos concretamente todo el proceso, en sus variantes de soldadura vertical, horizontal, desde abajo y de tuberías. De allí pasamos a averiguar las distintas técnicas que existen para cortar con oxiacetileno, y vimos cómo se enciende, se ajusta y se apaga un equipo para cortar.

Ahora tiene usted un buen conocimiento de todo el procedimiento para soldar. Más adelante trataremos de otros tipos de soldadura, tales como la soldadura con latón y la soldadura de arco. En caso de que necesite revisar algunas partes de esta lección, éste es precisamente el momento de hacerlo, así que no titubee y hágalo.



Tareas prácticas

Identificación práctica de la llama oxiacetilénica

Materiales que usted necesitará

- Un equipo de soldadura de oxiacetileno completo
- Una "chispa" (encendedor)

Información previa

La llama oxiacetilénica necesaria para la soldadura se obtiene gracias a la mezcla de oxígeno y acetileno. El oxígeno es el gas comburente, o sea, agente que permite la combustión del gas combustible, que en este caso es el acetileno.

El acetileno es incoloro y bien depurado no tiene olor. Cuando contiene impurezas tiene un color característico similar al del ajo. Si lleva fósforo, su olor recuerda al de los huevos podridos. A la temperatura de 130°C y a 1.5 atmósferas de presión, es peligroso porque puede descomponerse en sus elementos constitutivos, carbono e hidrógeno, y originar una explosión.

La figura de la derecha representa la llama oxiacetilénica, constituida por tres zonas características, a saber:

a) Dardo
b) Zona de reducción
c) Zona externa o penacho

El dardo es la zona más luminosa, de luz clara, brillante, en forma de cono, sede de la reacción primaria. En la extremidad del dardo se alcanza la máxima temperatura (cerca de 3,200 °C). Cuando la llama está bien regulada (llama neutra), la longitud del dardo es de entre 3 y 5 mm.

La zona de reducción es aquella en la cual se ha producido la reacción primaria, o sea, la del óxido de carbono y el hidrógeno. Es de color azulado. En esta zona la combustión continúa aprovechando el oxigeno del aire. Es la zona de la llama que se utiliza para la soldadura. Se llama reductora, porque el gas tiende a sustraer oxígeno del aire, como el óxido de carbono e hidrógeno, en química, llegan a definir la reducción.

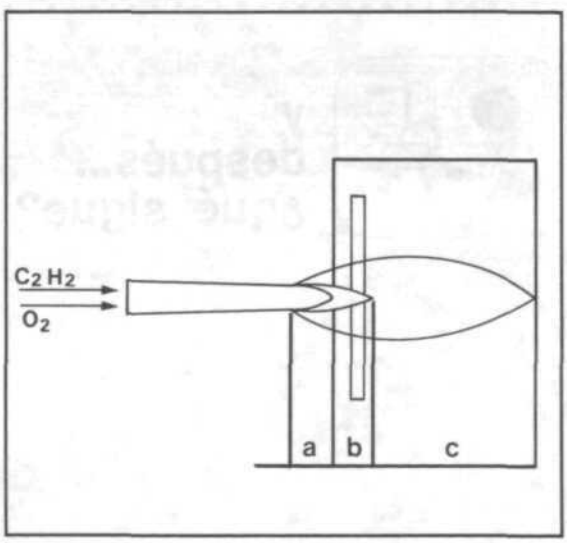
La zona externa o penacho está constituida por el producto final de la combustión. Es de un color blanco-sucio y menos luminoso que el dardo. El calor residual es utilizado para enfriar más lentamente el baño y para recalentar la pieza. Lejos del punto de salida, el gas se enfría; y, por debajo de los 1,200 °C, la zona no es luminosa.

Lo que usted deberá hacer

Identificar cada una de las partes de la flama de la mezcla oxiacetilénica.

Procedimiento

1. Consiga usted acceso a un equipo de oxiacetileno.
2. Si no están colocados los manómetros y las mangueras, proceda a ponerlos conforme al método conocido por usted y, preferentemente bajo la supervisión de una



persona capacitada.

3. Debe tener a su alcance una "chispa" (encendedor especial).
4. Abra las válvulas de las botellas de oxígeno y de acetileno. Verifique que marquen los manómetros.
5. En el maneral abra un poco la válvula de acetileno y encienda la flama con la "chispa".
6. Abra la válvula de oxígeno cuidadosamente, haciendo la mezcla oxiacetilénica como aprendió en la lección.
7. Identifique cada una de las partes de la flama apoyándose en la información previa de esta tarea.

Conclusiones

La técnica de soldadura oxiacetilénica es muy importante en la vida profesional del técnico de servicio en refrigeración y aire acondicionado. Para aplicarla convenientemente es necesario contar con bastante práctica. Recuerde que la práctica es muy importante en su trabajo.

y después... ¿qué sigue?

¿Qué es el titanio y para qué se emplea? ¿En qué se diferencian la soldadura de latón con gas y la eléctrica? ¿Qué es la soldadura fuerte con plata y para qué sirve? ¿Qué importancia tiene la soldadura del estaño? ¿Cuál es el principal riesgo de la soldadura de latón y estaño? ¿Qué soldadura utiliza el cautín de cobre? ¿En qué consiste el soplete para soldar con polvo?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola repuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. Las mangueras que tienen un revestimiento de hule sirven muy bien para conducir acetileno, pero no para conducir

a. oxígeno
b. propano.
c. butano.
d. aire.

2. En una flama neutral, el oxígeno y el acetileno están mezclados en una proporción de

a. 60% oxígeno, 40% acetileno.
b. 40% oxígeno, 60% acetileno.
c. 70% oxígeno, 30% acetileno.
d. 50% oxígeno, 50% acetileno.

3. Si se presenta un retroceso y éste llega al cilindro, puede provocar un incendio o

a. una explosión.
b. que se apague el soplete.
c. que se ahogue la flama.
d. que por el soplete salga gas encendido.

4. Para realizar una soldadura con oxiacetileno, **la flama del soplete deberá estar a**

a. 3.2 mm de la superficie a soldar.
b. 320 mm de la superficie a soldar.
c. 32 mm de la superficie a soldar.
d. .32 mm de la superficie a soldar.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES

Calificación

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección **L435**

5. Para efectuar un empalme a tope en una placa, las dos partes deben tener un bisel de alrededor de
   a. 30.
   b. 20.
   c. 60.
   d. 45.

6. Para efectuar una soldadura horizontal, la flama se debe mover constantemente en forma
   a. vertical.
   b. diagonal.
   c. horizontal.
   d. perpendicular.

7. Para soldar tubos con diámetro de dos pulgadas, se debe usar varilla de
   a. 5/32.
   b. 7/32.
   c. 3/32.
   d. 9/32.

8. Para soldar tuberías con espesor mayor de 1/8 de pulgada es conveniente efectuar dos pasadas de soldadura, para tuberías de pared más delgada se necesita aplicar
   a. una pasada.
   b. tres pasadas.
   c. cuatro pasadas.
   d. cinco pasadas.

9. La flama de calentamiento del soplete cortador de oxiacetileno no sale del centro de la boquilla, sino de varios orificios dispuestos en
   a. línea recta.
   b. círculo.
   c. diagonal
   d. triángulo.

10. Para cortar materiales que tengan hasta 32 mm de grueso, se deben usar boquillas de tamaño
   a. regular.
   b. grande.
   c. medio.
   d. pequeño.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. Metales....4
3. Unión de metales....7
4. Su seguridad y comodidad....11
5. Sopletes y pistolas para soldar....14
6. Resumen....18
7. Tareas prácticas....19
8. Examen..., ...21

Introducción al proceso de soldadura con latón y con estaño (Primera parte)

L436 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Metales, 4
- Hierro fundido, 5
- Latón fundido, 5
- Cobre, 6
- Acero dulce, 6
- Acero forjado, 6
- Aluminio fundido, 6
- Lámina de aluminio, 6
- Acero inoxidable, 6
- Titanio, 7

Unión de metales, 7
- Soldadura con latón, 7
- Soldadura eléctrica con latón, 8
- Soldadura fuerte con plata, 10
- Soldadura con estaño, 10

Su seguridad y comodidad, **11**
- Sopletes y cilindros de oxiacetileno, **11**
- Vapores tóxicos, **12**
- Seguridad en los trabajos de soldadura, **13**
- Electricidad, 13
- Equipo personal de trabajo, **13**

Sopletes y pistolas para soldar, **14**
- Soldadura con arco de carbón, **15**
- El cautín de cobre, **15**
  - Estañado, **15**
- El soplete para soldar con polvo, 16
- El cautín del tipo de pistola, 16

Resumen, 18

Tareas prácticas:
- Identificación física de los tipos de soplete, **19**

Examen, 21

Introducción

En el trabajo cotidiano, el técnico de servicio en refrigeración y aire acondicionado algunas ocasiones tiene la necesidad de realizar uniones soldadas que le permitan efectuar una reparación adecuada. Por esta razón, en el desarrollo de este curso le damos un tratamiento especial al proceso de soldadura de metales, proceso usualmente empicado en el campo de nuestra industria.

Temperatura de los procesos de soldadura con estaño, con latón y autógena	
Sold. estaño, plomo	121-427C
Sold. latón, bronce	427-649C
Sold. oxiacetilénica	3482 C
Sold. de arco	3316-55380

Fig. 36-1. Comparación de las diferentes temperaturas que se usan en estos procesos de soldadura.

En esta lección, usted tendrá la oportunidad de analizar metales como el hierro fundido, el latón fundido, el cobre, el acero dulce, el acero forjado, el aluminio, el acero inoxidable y el titanio. Una vez que usted vea lo que son estos metales y sus características propias, haremos una incursión en los procesos de soldadura con latón, con plata y con estaño.

Como un aspecto complementario y muy importante, trataremos lo referente a las medidas de seguridad que usted debe seguir para evitar riesgos de accidentes cuando lleve a cabo algún trabajo de soldadura. Sabemos que un técnico seguro al trabajar es un técnico seguro para el jefe o el cliente, ya sea que usted trabaje para una empresa o que sea su propio jefe.

Finalmente analizaremos los tipos de sopletes y pistolas que se emplean para llevar a cabo el proceso de soldadura.

Fig. 36-2. Las soldaduras con latón y con estaño se emplean para fabricar interesantes objetos de arte.

Como en cada una de las lecciones, lo invitamos a leer cuidadosamente su lección; y si algo no le llega a quedar completamente claro a la primera, no dude en volverlo a leer cuantas veces sea necesario.

Definiciones y descripciones

DUCTIBILIDAD *(ductility). La* habilidad de ser moldeado.

EROSIÓN *(erosión).* La condición de desgastarse.

FLUJO CORROSIVO *(corrosiveflux).* Un flujo con un residuo, el cual ataca químicamente el metal de base.

FUNDENTE *(flux).* Material usado para prevenir, disolver o eliminar el óxido y otras impurezas del metal.

LAMINA DE SOLDAR *(brazing sheet).* Metal de relleno para soldadura en forma de lámina.

METAL DE BASE *(base metal).* El metal a ser fundido, soldado o cortado.

METAL DE RELLENO DE SOLDADURA *(brazing filler metal).* Metal utilizado para rellenar el espacio entre los dos metales cuyas partes se desean unir.

RESISTENCIA DE FATIGA *(fatigue resistance).* La habilidad de un metal de flexionarse una y otra vez, sin llegar a rebasar el límite elástico o el de ruptura.

SOLDADURA *(brazing).* Un proceso de fundición utilizando calor, metal de relleno y la atracción capilar.

SOLDADURA AUTÓGENA *(braze welding).* Una soldadura producida por calor y un metal de relleno, pero sin la ayuda de la atracción capilar.

SOLDADURA DE ARCO *(are brazing).* Un proceso de soldadura usando el calor de un arco eléctrico.

SOLDADURA DE COBRE *(copper brazing).* Soldadura con el uso de cobre como metal de relleno (también llamada soldadura de horno y soldadura de fundición).

SOLDADURA DE CORAZÓN *(core solder).* Un alambre de soldadura o barra con flujo como el corazón.

SOLDADURA DE DIFUSIÓN *(diffusion brazing).* Un proceso de soldadura que une metales mediante calor, metal de relleno y cualquiera de las dos: atracción capilar o difusión del metal de relleno.

SOLDADURA DE FLUJO *(flow brazing).* Un proceso de soldadura que une metales mediante calentamiento con metal de relleno fundido y atracción capilar.

SOLDADURA DE HIDROGENO *(hydrogen brazing).* Un proceso de soldadura realizado en una atmósfera que contiene hidrógeno.

SOLDADURA DE HORNO *(furnace brazing or soldering).* Un proceso de soldadura que utiliza un horno.

SOLDADURA DE INDUCCIÓN (wi-*duction brazing or soldering).* Un proceso que utiliza el calor proveniente de la resistencia de la corriente eléctrica.

SOLDADURA DE INMERSIÓN *(dip soldering).* Un proceso de soldadura en el cual el calor viene del baño de metal fundido.

SOLDADURA DURA *(hard solder).* Un término utilizado para indicar el material de relleno basado en la plata, o la soldadura de plata.

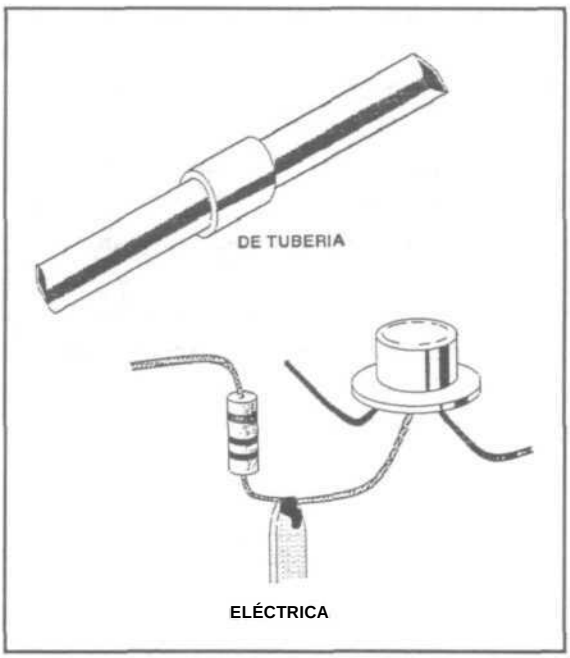
TEMPERATURA DE SOLDADURA *(brazing temperature).* Temperatura a la cual se calienta el metal base para soldarlo.

ZONA AFECTADA POR EL CALOR *(heat affecíedzone).* Esa parte del metal base que no ha sido fundida, pero que se ha alterado por calentamiento, soldadura o corte.

Metales

Antes de comenzar a soldar, usted debe saber qué clase de metal tiene que soldar. Hay algunos metales que no se pueden soldar con otro metal. Por ejemplo, el aluminio no se puede unir al acero. Muchas aleaciones de aluminio se pueden soldar y otras, como el aluminio 6061, no se pueden soldar.

Cuando se hace una aleación de un metal, ya sea aluminio, acero o titanio, se combina



Fíg. 36-3. Las uniones soldadas con latón o con estaño se pueden separar y usar de nuevo.

con otros metales para obtener resistencia, ductilidad (capacidad para moldearse) y resistencia a la corrosión. Algunas veces, la aleación de un metal afecta su soldabilidad.

Hierro fundido

Usualmente, el hierro fundido tiene una textura áspera porque se ha fabricado con un molde de arena. Las partes mecánicas típicas de hierro fundido comprenden los monoblocks o bloques de los motores para automóviles, los múltiples de escape, las cajas para las trasmisiones y algunas de las primeras máquinas agrícolas. El hierro fundido tiene un aspecto granuloso de color gris. Es un metal ferroso y se puede soldar con latón o por fusión con un soplete de oxiacetileno.

Latón fundido

El latón fundido también se funde en moldes de arena que le dan una textura áspera. Se emplea para fabricar los alojamientos de las válvulas para agua y (con una aleación de bronce) las hélices de embarcaciones de tamaño pequeño. El bronce es una aleación de latón. El bronce fundido no es ferroso y se

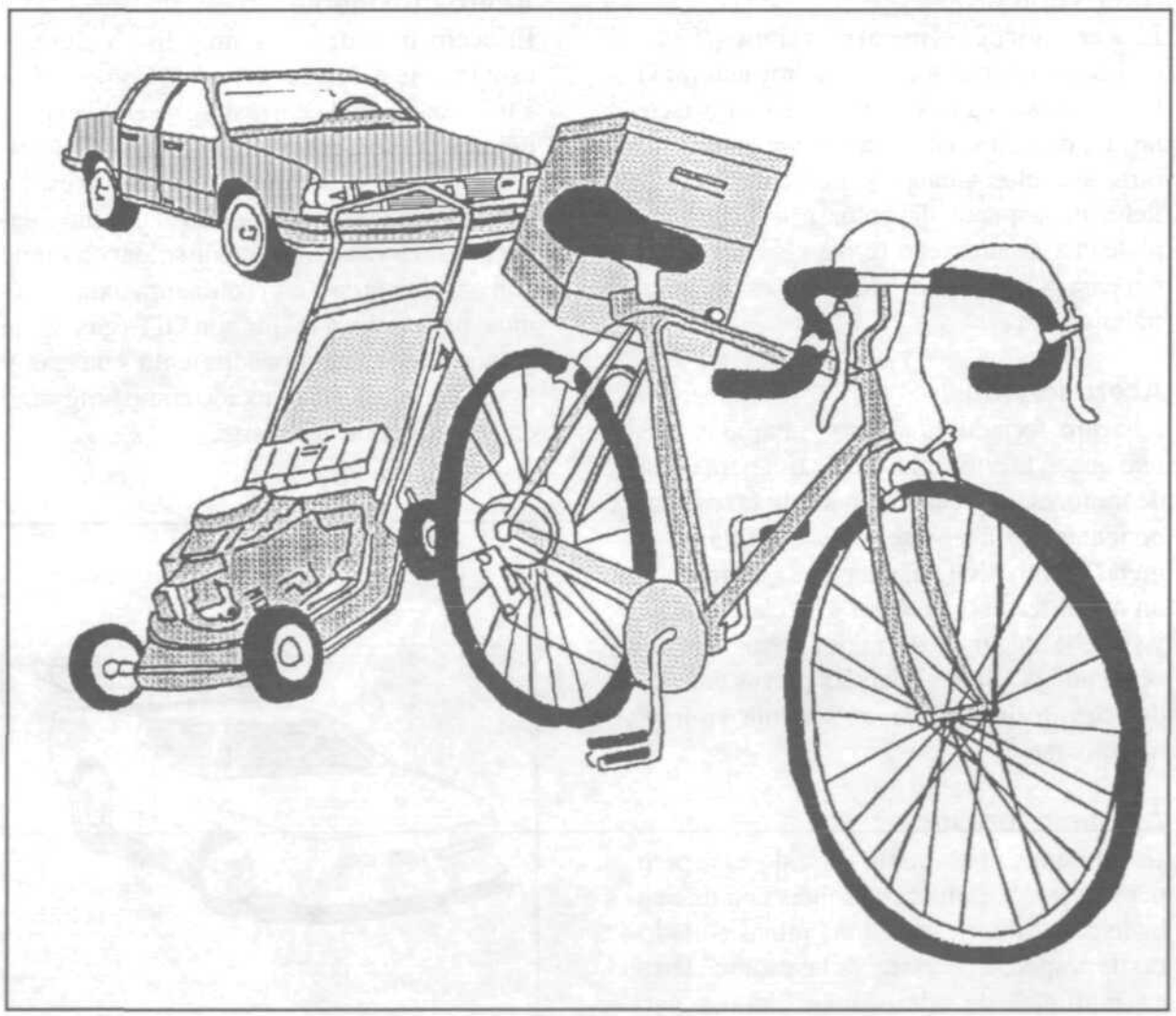


Fig. 36-4. El acero dulce se puede trabajar con facilidad y es el metal que más se utiliza.

puede soldar con una varilla recubierta con fundente y un soplete de oxiacetileno.

Cobre

El cobre, las aleaciones del mismo, el latón y el bronce se pueden soldar con latón y con estaño. Las aleaciones de cobre se usan muchísimo, principalmente por su ductilidad. Los vapores del cobre o de sus aleaciones son altamente tóxicos; por lo tanto, cerciórese de contar con un sistema de ventilación de alta velocidad en uso cuando trabaje con dicho metal.

Acero dulce

El acero dulce es el metal más común. Se usa en las carrocerías y piezas de los automóviles, en las segadoras de pasto, en las bicicletas, en muebles, en archiveros y en muchos otros artículos. Cuando se corta o se esmerila tiene un aspecto de color gris brillante a plateado. Es un metal ferroso, se puede soldar casi por cualquier método y es muy fácil trabajar con él.

Acero forjado

El acero forjado es áspero, aunque es más liso que el hierro fundido. Se usa para bielas de motores, cigüeñales, ejes y diversos componentes. El acero se forja martillando el metal al rojo vivo en una prensa de forja. Es un metal ferroso, de color gris claro o plata, y se debe soldar con el mejor método de que se disponga. En realidad las piezas dañadas de acero forjado se deben sustituir en lugar de soldarse.

Aluminio fundido

Usualmente, el aluminio fundido es áspero, pero se puede fundir en moldes con un acabado más fino. Se usa en máquinas cortadoras de césped, en el cárter de las motocicletas, en múltiples de admisión y bloques para motores de automóvil y en cabezales de cilindros. El aluminio fundido es un metal no ferroso y se puede soldar con un relleno de aluminio, con arco y con gas.

Lámina de aluminio

La lámina de aluminio es lisa y brillante y se puede obtener en espesores tan delgados como el papel de aluminio de las cocinas, o tan grueso como de 2 a 3 pulgadas (5 a 7.5 cm). Se puede pulir hasta obtener un acabado de espejo. La lámina de aluminio se usa en telas metálicas para puertas, alas de aeroplano, carrocerías de automóviles de carreras, muebles para jardín, recubrimientos para paredes y muchos otros artículos comunes.

Acero inoxidable

El acero inoxidable es muy liso y duro, y usualmente se obtiene en hojas. Como resiste a la oxidación y la corrosión, se emplea para objetos tales como ollas y cacerolas, cuchillería y sistemas de escape para aviones. La mayoría de las aleaciones de acero inoxidable son no ferrosas. Se puede soldar en fuerte con gas, por arco y con soldadura oxiacetilénica, pero trabaja mejor con GIT (gas inerte y tungsteno), un procedimiento con gas y tungsteno también conocido como tungsteno en atmósfera de gas inerte.

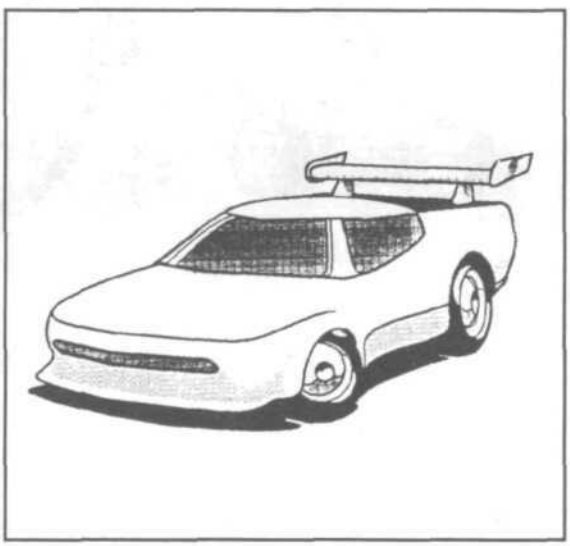


Fig. 36-5. El titanio se usa para fabricar objetos ligeros, fuertes y costosos.

Titanio

El titanio se parece al acero inoxidable, pero es más brillante cuando se suelda o se rebaja con una lima. Es un metal ligero, muy fuerte y muy costoso. Se usa en la construcción de aviones y automóviles de carreras. El titanio es un metal ferroso y se puede soldar mediante otros procedimientos de soldadura tales como el de GIT.

PESOS, PUNTOS DE FUSION Y DE EBULLICION DE LOS METALES

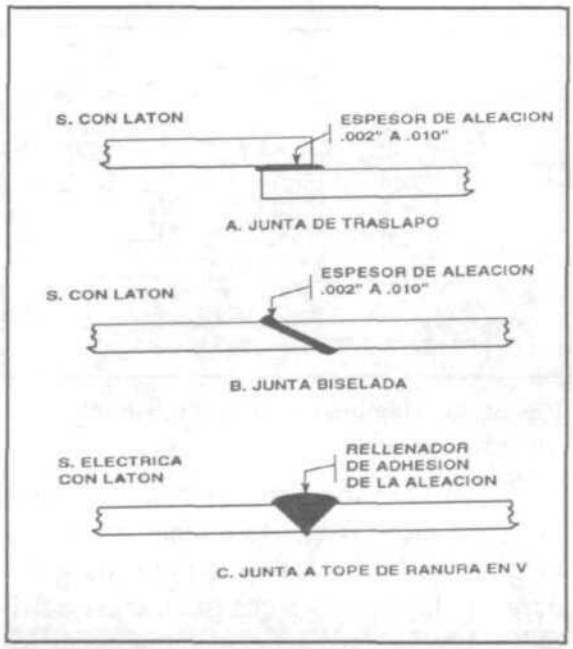
Metal	Pes. por pie cub. en lbs.	Punto de fusión (en grados F)	Punto de ebullición (en grados F)
Aluminio	166	1,217	4,442
Bronce	548	1,562-1,832	
Latón	527	1,652-1,724	
Carbón	219	6,512	
Cromo	431	3,034	
Cobre	555	1,981	4,703
Oro	1,205	1,946	5,380
Hierro	490	1,786	5,430
Plomo	708	621	3,137
Magnesio	109	1,100	
Manganeso	463	2,300	
Acero dulce	490	2,462-2,786	
Niquel	555	2,645	2,950
Plata	655	1,761	4,010
Estaño	455	449	4,120
Titanio	218	3,263	
Tungsteno	1,186	5,432	10,706
Zinc	443	786	1,663

Fig. 36-6. Tabla comparativa de los metales.

Unión de metales

La soldadura con latón o fuerte, tanto eléctrica como con gas, emplea aleaciones no ferrosas de cobre, estaño, zinc, aluminio, berilio, magnesio, plata, oro y otros metales. Comenzaremos esta sección explicando la diferencia que existe entre la soldadura de latón con gas y la soldadura de latón eléctrica.

La diferencia entre estas dos modalidades de soldadura de latón se muestra en la Fig. 36-7. Las uniones A y B se usan para soldar con gas el latón. Como se muestra en dicha figura, el proceso de soldadura con gas usa muy poco latón. De hecho, el latón sólo tiene un espesor de 2/1000 de pulgada (0.051 mm). La ranura de tipo de relleno de la unión C es una unión a tope con un solo cordón de soldadura que se usa en el procedimiento de soldadura eléctrica con latón. Como se puede ver, se agrega mucho más metal de relleno.



Fíg. 36-7. Diseños comunes de uniones para

Soldadura con latón

En la soldadura con latón, los metales se unen mecánicamente mediante el calor, pero sin fundirse. El metal de relleno fluye o se funde a una temperatura superior a los 800 grados F (427 °C). Una unión soldada con latón es más fuerte que una unión soldada con estaño. La soldadura con latón produce uniones con resistencia mecánica y a prueba de presión.

Las uniones que se deben soldar con

latón tienen que diseñarse especialmente. La Figura 36-8 ilustra varios tipos diferentes de uniones adecuadas para soldarse con latón.

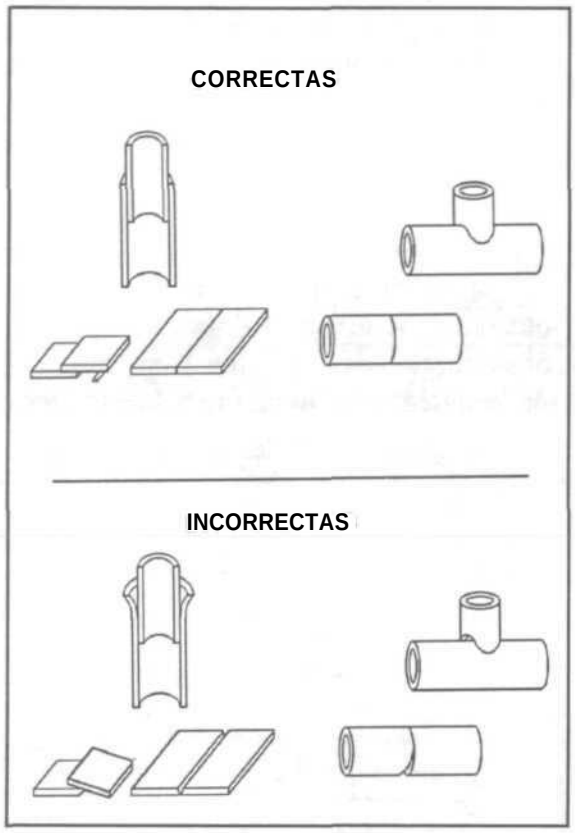


Fig. 36-8. Uniones correctas e incorrectas soldadas con latón.

Preste atención a esta medida importante de precaución. Usted debe tener una buena ventilación durante las operaciones de soldadura con latón, ya sea con gas o con electricidad. Los vapores del calentamiento de los fundentes, junto con los materiales vaporizados tales como el zinc y el cadmio, pueden causar grandes daños a su sistema respiratorio, a sus ojos y su piel.

La soldadura de latón con gas se usa cuando se necesita una unión fuerte o cuando quedará expuesta a un calor elevado. Se emplea para reparar piezas de fundición gris y hierro fundido moldeable. También se puede utilizar para unir lámina metálica delgada y tubos delgados.

Algunas uniones soldadas con latón pueden tener una resistencia a la tensión de 50,000 libras por pulgada cuadrada (3,400 kg/cm) o mayor. Se pueden obtener varillas soldadoras de latón con o sin recubrimiento de fundente. Las varillas con fundente se usan ampliamente porque producen muy buenas uniones y tienden a simplificar los trabajos. Son más costosas que las varillas de relleno desnudas y, después de cierto periodo de tiempo, el recubrimiento tiende a desprenderse. Por lo tanto, es una buena idea comprar solamente la cantidad de soldadura que se piensa usar en el término de un mes, más o menos. Más adelante en esta misma lección aprenderá un poco más acerca del fundente.

Soldadura eléctrica con latón

En la soldadura eléctrica con latón, se usa una capa más gruesa de soldadura entre las partes que se deben unir, como se muestra en la Figura 36-7 (C). Se hace una muesca, un filete, un tapón o una ranura usando latón, un metal no ferroso. Este metal no ferroso tiene un punto de fusión menor que el del metal base, pero mayor que 800 grados F (427 °C). Este proceso usa el metal de relleno para unir, más que para producir una simple atracción capilar, como en la soldadura de latón con gas.

El metal de relleno que se usa para la soldadura eléctrica con latón es una varilla de bronce para relleno. Como el bronce pierde su resistencia cuando se calienta por arriba de los 500 grados F (260 °C), las uniones que se deben someter a un esfuerzo alto y a una temperatura elevada no se deben soldar eléctricamente con latón. También, cuando es importante la igualdad exacta de los colores, no se debe usar este proceso.

La soldadura eléctrica con latón posee las ventajas siguientes:

Aumenta la velocidad de la soldadura porque se necesita menos calor que para la soldadura por fusión.

Como no se funde el metal base, es más fácil soldar eléctricamente el hierro fundido.

Con el uso de temperaturas más bajas, hay menos dilatación y contracción del metal.

Es un buen método para unir metales como el hierro fundido y el acero.

La temperatura de la varilla de bronce para relleno es de 1,600 grados F (871 °C), aproximadamente. Este valor está mucho más abajo de los puntos de fusión de materiales como el hierro fundido y el aluminio. El bronce es una aleación de cobre Las varillas de bronce para relleno usualmente contienen menos de 60 por ciento de cobre y 40 por ciento de zinc. Estos metales poseen una alta resistencia a la tensión y una elevada ductilidad.

También se agregan pequeñas cantidades de estaño, hierro, manganeso y silicio. Estos metales forman una varilla que fluye libremente y tiene un efecto desoxidante sobre la soldadura. Ayudan al metal a "emitir vapores" y, por lo tanto, producen una soldadura más limpia y por consiguiente más fuerte.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Metal de textura áspera que se fabrica en molde de arena y con el cual se fabrican los bloques o monoblocks de los motores automotrices. _____
2. Acero de aspecto áspero que se usa para fabricar las bielas de los motores, los cigüeñales y los ejes de diversos componentes. _____
3. Acero resistente a la oxidación y a la corrosión que se emplea para objetos tales como ollas y cacerolas, cuchillería y sistemas de escape para aviones. _____
4. Tipo de soldadura en el cual los metales se unen mecánicamente mediante calor, pero sin fundirse. _____
5. Proceso de soldadura en el cual el metal de relleno se usa para unir, más que para producir una simple atracción capilar. _____

a. acero inoxidable
b. soldadura de latón con gas
c. acero forjado
d. soldadura eléctrica con latón
e. hierro fundido

Respuestas

1. e, 2. c, 3. a, 4. b, 5. d

Soldadura fuerte con plata

La soldadura fuerte con plata es, realmente, un procedimiento de soldadura a baja temperatura que funde por encima de los 800 grados F (427 °C). Se conoce, pues, como "soldadura fuerte con plata". Una aleación típica para este proceso contiene 80 por ciento de cobre, 15 por ciento de plata y 5 por ciento de fósforo. Esta aleación trabaja a temperaturas muy por debajo del punto de fusión del cobre o el latón. Recuerde que los puntos de fusión de las diferentes aleaciones varían con el fundente que se use.

Casi cualquier metal que se pueda soldar con latón, también se podrá soldar con plata. De hecho, la plata se adhiere a algunos metales a los cuales no lo hace el latón. Un ejemplo de esto es el acero al carburo para herramientas, que se utiliza para hojas de sierra y otras herramientas cortantes. La soldadura fuerte con plata también proporciona una apariencia más fina a ciertos artículos como las joyas.

Las aleaciones de soldadura con plata contienen plata, cobre y zinc. Sin embargo, es mejor denominar "soldadura fuerte de plata" a las aleaciones de plata para distinguirlas de las soldaduras de plomo y estaño, que siempre se conocen sólo como soldaduras simples. Las soldaduras de plomo y estaño tienen un punto de fusión de 400 grados F (204 °C), aproximadamente, muy por debajo de los 800 grados que las distinguen de la soldadura con latón.

Fig. 36-9. Es muy probable que esa elegante pieza de joyería que lleva se haya soldado con plata.

Las aleaciones pueden unir una amplia variedad de metales. Sólo asegúrese de escoger una aleación con un punto de fusión suficientemente bajo como para que el metal base no se caliente hasta su punto de fusión.

Soldadura con estaño

Ahora que ha aprendido cuál es la diferencia entre la soldadura de latón con gas, la soldadura eléctrica de latón y la soldadura fuerte con plata, consideremos más a fondo la soldadura con estaño. Como se dijo antes, la soldadura con estaño implica la unión de dos metales (iguales o diferentes) a un tercer metal. Esto se hace sin fundir ninguna pieza de metal y a una temperatura todavía más baja [menor que 840 grados F (449 °C)] que con la soldadura de latón.

La soldadura con estaño es muy importante para la industria de la electrónica. Constituye una manera rápida y barata para unir dos o más metales sin herramientas ni equipo especial o complicado. La soldadura con estaño forma excelentes conexiones eléctricas de un metal u otro medio conductor.

La unión con el cobre se hace, realmente, fundiendo una pequeña cantidad de soldadura de estaño que se deposita sobre la superficie del cobre. Esto forma una aleación de metal sólido. Cuando se sueldan dos metales con estaño, la electricidad los considera como una sola pieza de metal.

La soldadura con estaño se usa para obtener uniones limpias, higiénicas y a prueba de fugas, y cuando la baja resistencia a una unión eléctrica es importante.

No obstante, la unión soldada con estaño no es tan fuerte como la que se suelda con latón o con electricidad. Por esta razón, algunas veces se emplea una unión mecánica junto con la costura soldada con estaño.

Para distintos trabajos se usan diferentes soldaduras de estaño. La aleación de estaño y plomo es el material que se usa con más frecuencia. Esta aleación consiste en una mitad de estaño y la otra mitad de plomo, y recibe el nombre de soldadura "50-50". Otras soldaduras de estaño contienen materiales tales como antimonio o bismuto en la aleación. Existen soldaduras para estaño, cobre, latón, bronce, lámina de hierro y lámina de acero. Las uniones de soldadura con estaño absorben muy bien el calor e igualmente conducen la electricidad.

Sin embargo, observe que la unión soldada con estaño usualmente posee menos resistencia mecánica que el metal que se está uniendo. La soldadura con estaño no se debe usar en uniones que queden expuestas a temperaturas altas. Si se calienta demasiado, la unión se puede deshacer y causar algunos problemas graves.

Su seguridad y comodidad

Sopletes y cilindros de oxiacetileno

Uno de los mejores métodos de calentamiento para la soldadura con latón y con estaño es el soplete de gas oxiacetilénico con los cilindros cargados a presión. Como estos cilindros están presurizados, fácilmente pueden convertirse en instrumentos mortales. Esta es una fórmula que debe tener en mente:

1 pulgada cuadrada de un cilindro de oxígeno = ¡una tonelada de presión!

Si usted no comprende totalmente el cuidado y el manejo de los cilindros, insistimos en que ponga mucha atención a la explicación del manejo de los cilindros en las lecciones que tratan sobre la soldadura de oxiacetileno. Su seguridad puede depender de esto.

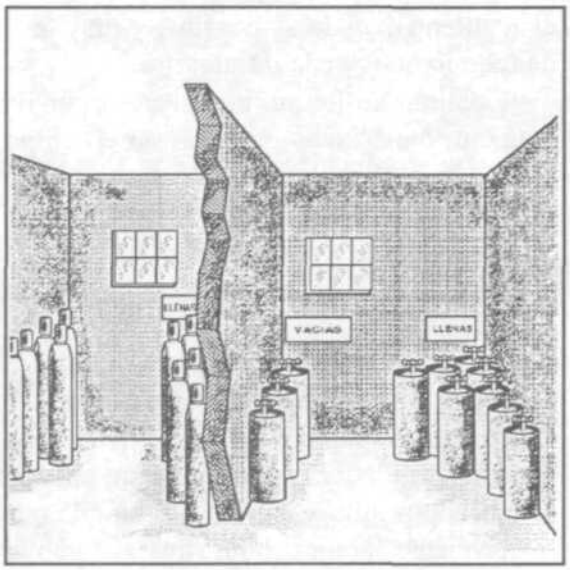


Fig. 36-10. Los cilindros se deben almacenar en lugares seguros que cuenten con una buena ventilación. Los cilindros vacíos se deben devolver lo más pronto posible al proveedor.

Es de especial importancia seleccionar la presión correcta para cualquier punta o boquilla que se use. El fabricante del equipo proporcionará una guía para el tamaño de las puntas y la presión del gas. Deje que sea su guía.

Asegúrese de mantener un espacio libre entre los cilindros y el lugar de trabajo. Es importante que siempre se puedan alcanzar fácilmente los cilindros y los reguladores.

No use fósforos para encender los sopletes para soldar. (Lo dijimos antes y lo diremos de nuevo). Sus manos estarán demasiado cerca de la flama y se puede quemar con facilidad. Use solamente el encendedor de chispa o una flama piloto estacionaria.

Nunca use una presión de acetileno mayor que 15 libras por pulgada cuadrada (1 kg/cm). Si lo hace estará exponiendo su vida.

Nunca se debe dejar escapar el acetileno al aire alrededor de un trabajo de soldadura o de corte. Manténgalo bastante alejado de chispas o flamas. Si tiene que dejar escapar

el acetileno, hágalo al aire libre y muy lejos de todo lo que pueda inflamarlo.

Compruebe que sus mangueras estén firmemente conectadas antes de usar el equipo. No cuelgue el soplete con la manguera del regulador o de las válvulas de los cilindros. El peso puede forzar y dañar el regulador, y puede dificultar el cierre de la válvula del cilindro.

No se debe mezclar el oxígeno con el acetileno, ni con otros gases combustibles, excepto en un soplete adecuado. Nunca conecte un regulador de oxígeno a un cilindro de gas comprimido. Nunca, por ningún motivo, conecte el regulador de un gas combustible a un cilindro de oxígeno.

Estas recomendaciones no tienen el propósito de atemorizarlo. Bueno, quizá no sería malo asustarlo sólo un poco si con esto se entera de que todas las operaciones con acetileno se deben tomar con mucha seriedad. Si usted apenas está aprendiendo, trabaje solamente bajo la supervisión de un soldador experimentado.

Vapores tóxicos

El principal riesgo con la soldadura de latón y la del estaño son los vapores tóxicos que salen de los metales y fundentes calientes. Por lo tanto, para su protección y la de quienes lo rodean, verifique que los sistemas de ventilación estén en buenas condiciones de trabajo en todo momento. De hecho, usted necesitará una ventilación adicional cuando trabaje con cualquiera de las siguientes sustancias cáusticas:

- fluoruros y compuestos de flúor
- metales a base de zinc
- plomo y metales a base de plomo
- berilio
- cadmio
- mercurio y pintura a base de mercurio
- bifluoruros alcalinos, antimonio, arséni-

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. La soldadura fuerte con plata es, realmente, un procedimiento de soldadura a _____ temperatura.
2. La soldadura con _____ forma excelentes conexiones eléctricas de un metal u otro medio conductor.
3. La aleación de estaño y _____ es el material que se usa con más frecuencia.
4. Como una medida importante de seguridad, no se debe usar _____ para encender los sopletes para soldar.
5. El principal riesgo con la soldadura de latón y la de estaño son los _____ tóxicos que salen de los metales y fundentes calientes.

Respuestas

1. baja 2. estaño 3. plomo 4. fósforos 5. vapores

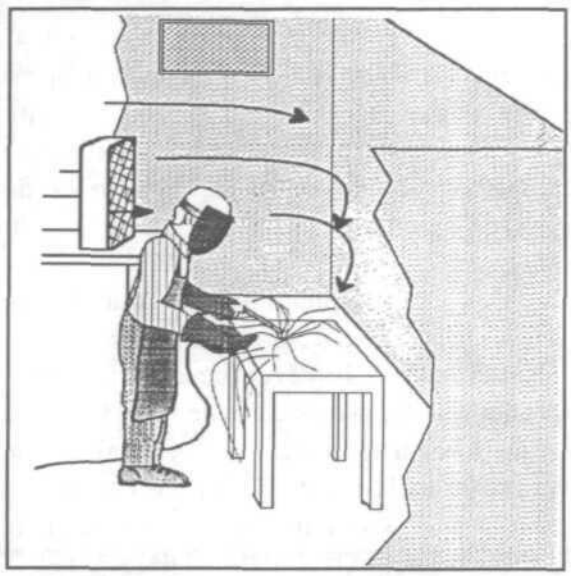


Fig. 36-11. Cuando trabaje con metales tóxicos tales como el plomo, necesitará la buena ventilación usual, además de una ventilación adicional.

co, bismuto, cromo, cobalto, cobre, níquel, magnesio, manganeso y torio

Seguridad en los trabajos de soldadura

Existen muchas historias acerca de los peligros de envenenamiento por plomo con la soldadura. He aquí algunas orientaciones para que usted pueda estar seguro de no exponerse a las toxinas del plomo.

Regla 1. No fume, ni coma ni beba mientras esté manejando soldadura de plomo. Lave sus manos y cara con jabón y agua después de trabajar con soldadura de plomo.

Regla 2. Nunca aspire los vapores de la soldadura de plomo sobrecalentada [a más de 1,000 grados F (538 °C)]. Los vapores son peligrosos para sus pulmones y para su cuerpo en general.

Regla 3. Si experimenta dolores estomacales o espasmos, calambres musculares o problemas digestivos cuando usa plomo, pare inmediatamente y consulte a un médico.

Electricidad

Tal vez esté usando calor eléctrico para soldar con gas oxiacetilénico, latón o estaño. A estas alturas usted conoce todas las razones por las cuales cualquier persona que trabaje con electricidad debe tener mucho cuidado. Aprendió todo lo relacionado con este tema en la lección de electricidad básica y las lecciones siguientes. No se permita descuidos, ni olvide las reglas fundamentales de seguridad.

Equipo personal de trabajo

Nunca lleve a cabo ningún trabajo de soldadura sin contar con una buena protección para sus ojos. Los rayos ultravioleta que se producen durante la soldadura con latón son de alta intensidad. Pueden causar daños permanentes a los ojos con una exposición continua o repetida a los mismos. Aun las exposiciones cortas pueden causar dolor e incapacidad. Los rayos infrarrojos son los rayos

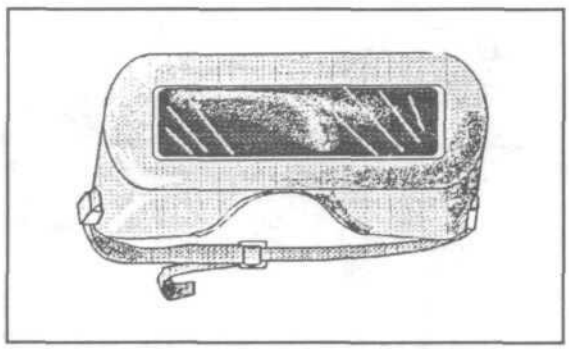


Fig. 36-12. Algunas personas prefieren las gafas con un solo cristal, que son menos complicadas y cuyo lente es más fácil de cambiar.

caloríficos del espectro. Con una exposición continua, también causarán un daño permanente.

Todas las caretas de mano, las gafas y las caretas con gafas poseen unos lentes con cubierta clara para proteger los lentes de filtro contra las salpicaduras del metal fundido. La cubierta de cristal debe estar libre de defectos que puedan causar fatiga a los ojos. El vidrio ordinario para ventanas no es adecuado. La cubierta de vidrio se debe desechar cuando se hayan depositado tantas salpica-

duras en el exterior que interfieren con su vista.

Sopletes y pistolas para soldar

El tipo de soplete que se use depende de las clases de trabajo que se deba realizar. El tiempo también es un factor importante. Una soldadura rápida requiere una temperatura alta y una punta más larga. Las técnicas lentas exigen temperaturas más bajas y una boquilla más pequeña. Los métodos más usuales son el soplete para oxiacetileno (que produce la flama más caliente), el soplete de aire o el soplete de propano. Para los trabajos pequeños también se emplea un tanque de presión de mano con un vastago conectado al mismo.

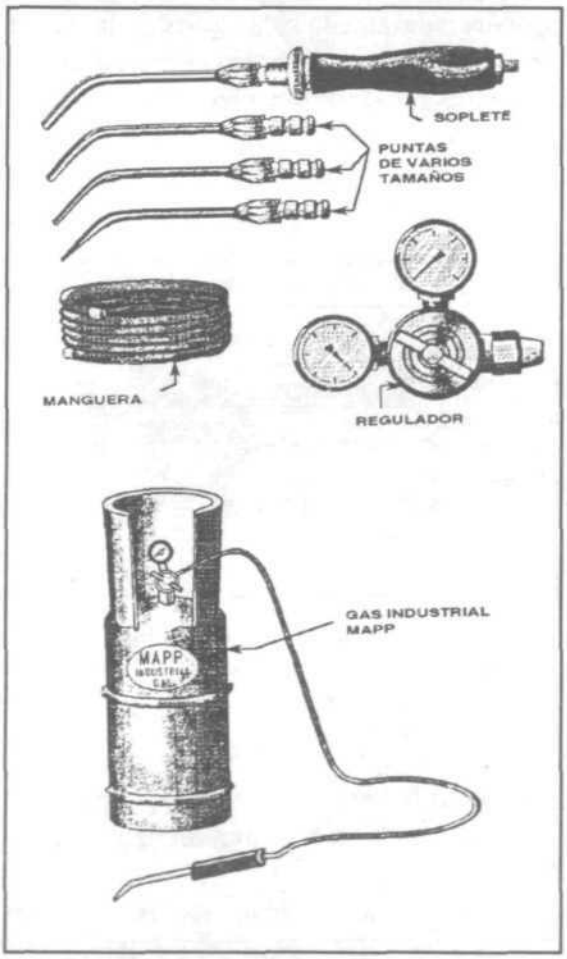
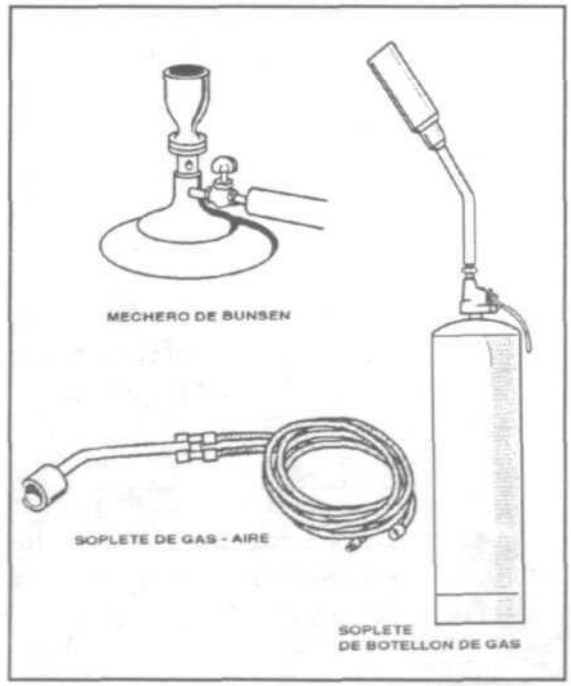


Fig. 36-13. El soplete de aire y acetileno se usa para soldar con estaño y para soldaduras ligeras con latón *(A)*. El soplete para gas MAPP y aire es una opción que se emplea mucho para operaciones de soldadura con estaño, calentamiento y soldadura con latón (5).

Después del método con oxiacetileno, sobre el cual usted aprendió ya todo en la lección anterior, la mezcla de aire y acetileno produce la flama más caliente. Esta flama se maneja con un soplete inyector como el que se ilustra en la Figura 36-14. La entrada de aire se ajusta por medio de una pequeña perilla montada en el maneral del soplete.

El método que sigue en cuanto a calor es el de aire y combustible. Este usa gas propano, butano o MAPP. También se pueden adquirir otros gases combustibles, tales como el gas natural, el propano o el butano en forma de cilindros y conectados a un soplete inyector. Aunque la combustión de estos gases no produce tanto calor como el acetileno o el MAPP, es lo suficientemente caliente como para soldar.



Fíg. 36-14. Dispositivos de flama para soldar.

Soldadura con el arco de carbón

El arco con electrodos de carbón es muy parecido al de la soldadura con arco de metal, que estudiará en una lección posterior. La diferencia es que el electrodo no se funde ni proporciona metal para relleno. El electrodo de carbón es, solamente, un medio para generar calor. El carbón puede ser grafito puro o estar recubierto con cobre en un maneral especial.

El arco de carbón resulta extremadamente caliente. Note el escudo instalado para proteger la mano del operador contra el calor. Cuando se usa el arco de electrodos de carbón para operación continua, a menudo se enfría el maneral por medio de agua.

Para la soldadura fuerte se puede usar una máquina soldadora de CA o CD. El arco que se produce con una unidad de CA se forma entre dos electrodos de carbón soportados como en la Figura 36-15.

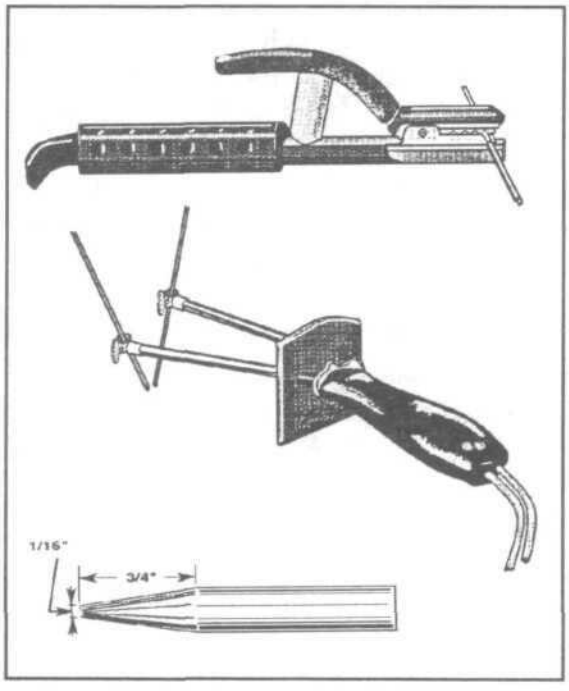


Fig. 36-15. Maneralcs para electrodos de carbón, que muestran la larga punta cónica del electrodo.

El cautín de cobre

Otro método para soldar con estaño es el que usa el cautín de cobre. Este instrumento es una barra de cobre, usualmente de forma octagonal y seccionada. Un extremo termina en punta. El otro extremo está unido a una barra de acero que tiene un mango, como se muestra en la Figura 36-16.

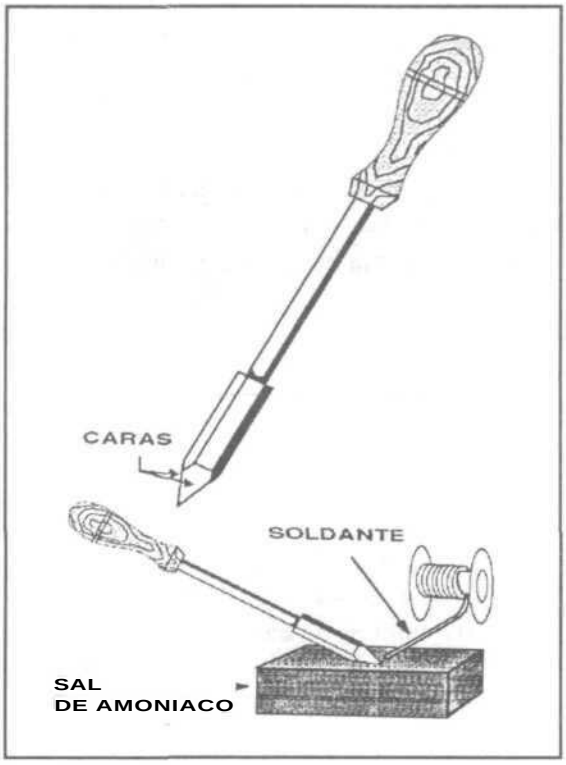


Fig. 36-16. El recubrimiento con soldadura de estaño de las caras de un cautín se conoce como estañado.

Estañado. Es necesario limpiar las caras de la punta de un cautín de cobre antes de usarlo para soldar. Después, se recubren sus caras con soldadura de estaño. Este procedimiento recibe el nombre de estañado.

Un cautín de cobre correctamente estañado retendrá una gota de soldadura en la punta y facilitará la operación de soldar. De hecho, sólo por medio de una superficie bien estañada se transmitirá el calor del cautín a la pieza de trabajo.

Para estañar un cautín, limpie una o dos caras de la punta con una lima. Si el cobre es

demasiado duro para limarlo con facilidad, hágalo más blando calentándolo hasta una temperatura al rojo vivo y enfriándolo con agua. Caliente el cautín hasta que pueda fundir la soldadura de estaño sobre sus caras. Pruebe el calor del cautín de cuando en cuando, frotándolo sobre un bloque de sal amoníaco, como se muestra en la Figura 36-16. La soldadura debe fundirse, correr sobre el bloque y adherirse al estaño o al cobre.

Esta es una medida importante de precaución que debe tomar durante este proceso. Lleve a cabo esta operación solamente con extractores de aire. El bloque de sal de amoníaco limpia la punta del cautín y ayuda a la soldadura de estaño a adherirse al cobre. Sin embargo, también despide vapores altamente tóxicos. No respire estos vapores, pues son venenosos.

Se pueden usar otros fundentes, tales como la resina de fluoruro de zinc, para limpiar la punta del cautín. Un sobrecalentamiento quemará la soldadura y producirá cavidades en las caras estañadas del cautín. Una superficie muy carcomida casi no retendrá la soldadura y transmitirá muy poco calor a la pieza de trabajo. Las superficies carcomidas se deben rectificar con una lima o con un esmeril.

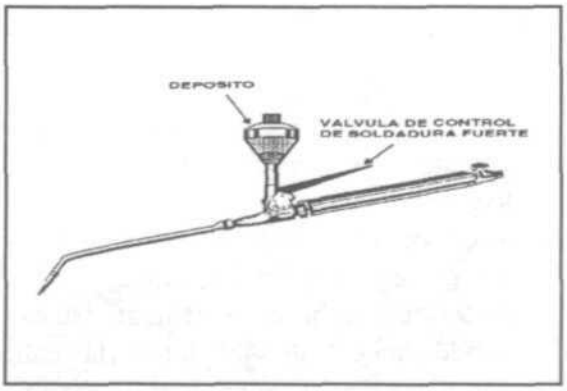


Fig. 36-17. El soplete para soldadura en polvo con depósito de alimentación para fundentes y metales en forma de polvo ultra fino.

El soplete para soldar con polvo

Este es un procedimiento mediante el cual se alimenta con polvo metálico la flama del soplete, que usualmente es de oxiacetileno. La aleación en polvo se funde con la superficie metálica calentada. Mientras se está transfiriendo del soplete a la superficie de la pieza de trabajo, no se expone a la oxidación.

También, se desarrolla una flama secundaria envolvente para proteger el metal depositado contra la oxidación. Cualquier persona que haya aprendido a usar el equipo de oxiacetileno, rápidamente podrá dominar el soplete para soldar con polvo. Este método se usa para obtener una mayor resistencia de los metales al desgaste, y para dar más solidez y resistencia al calor a las uniones soldadas. También se utiliza para reforzar superficies desgastadas, tales como las superficies de rodamiento.

El cautín del tipo de pistola

Los cautines eléctricos del tipo de pistola son más convenientes que los cautines de cobre porque mantienen un calor uniforme. Su tamaño varía de 25 a 550 watts. Estas pistolas son ligeras, de baja tensión, con elementos calefactores reemplazables. Las puntas se conocen como lápices para soldar y se prefieren para el trabajo eléctrico y electrónico.

Cuando se oprime el "gatillo" de un cautín eléctrico del tipo de pistola, produce un calor instantáneo en el extremo de una pequeña punta larga. Algunas pistolas poseen una luz en la punta. Estas características hacen muy popular este cautín para el trabajo de soldadura en la electrónica.

En soldadura en general se usan puntas del tipo de cincel. Para objetos pequeños, como los tableros de circuitos, use cautines de baja potencia con punta pequeña. Las potencias típicas son de 17 a 25 watts para trabajos pequeños; de 30 a 50 watts para los de tamaño mediano, y de 60 a 150 watts para trabajos de servicio pesado.

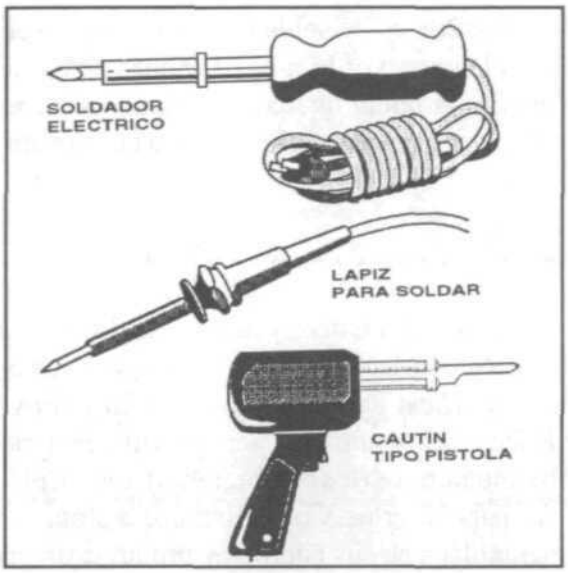


Fig. 36-18. Tres tipos de calefactores utilizados para soldar con estaño.

Cuando es necesario calentar una superficie grande, normalmente se usa una punta biselada. Las puntas se pueden desmontar y atornillar a fin de instalarse fácilmente en el cuerpo del cautín. Durante su uso, una punta se puede calentar hasta 640 grados F (338 °C). No obstante, los mangos de nylon permanecen fríos al tacto.

Cuando se enchufa un cautín como el que se muestra en la Figura 36-18, tarda algún tiempo en calentarse. Por lo tanto, si se debe usar durante el día, se deja conectado. Esto acorta la vida útil del cautín. Por otra parte, un cautín del tipo de pistola se calienta en menos de 5 segundos. Se desconecta instantáneamente.

Como la corrosión de la punta constituye siempre un problema, se deben estañar los cautines. En otras palabras, se deben recubrir con una capa delgada de soldadura de estaño. Usted ya estudió el estañado de un cautín de cobre. Ahora describiremos el estañado de un cautín eléctrico. Primero, asegúrese de que la punta esté limpia. Use una soldadura

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo el término entre paréntesis que complete las siguientes afirmaciones

1. Como medida de seguridad, después de manejar soldadura de plomo, se deben lavar las manos con (agua y jabón, gasolina).
2. Los rayos ultravioleta que se producen en la soldadura eléctrica, cuando someten al soldador a una exposición continua, pueden causarle daños permanentes en los (brazos, ojos).
3. El proceso de soldadura con arco de carbón es muy parecido al de la soldadura con arco de (metal, gas).
4. Otro método para soldar con estaño es el que usa (soplete, cautín de cobre).
5. Los cautines eléctricos del tipo de pistola son más convenientes que los cautines de cobre, porque mantienen un calor uniforme. Su tamaño varía de (25 a 550 watts, 50 a 700 watts).

Respuestas

1. agua y jabón 2. ojos 3. metal 4. cautín de cobre 5. 25 a 550 watts.

con núcleo de resina y manténgala apoyada contra la punta del cautín mientras se calienta. La resina se fundirá, fluirá sobre la punta y eliminará los óxidos. La soldadura de la punta impide la oxidación posterior y ayuda a conducir el calor a la unión. La mayoría de los materiales de soldadura tienden a disolver el cobre; por lo tanto, después de cierto tiempo la punta queda carcomida. Sin embargo, el estañado del cobre aumenta su duración.

Resumen

A estas alturas, usted comprende que las soldaduras con latón y con estaño son dos procedimientos para unir metales que emplean el calor, un fundente y la acción capilar o molecular. Usted sabe que la suciedad, el aceite y la herrumbre son los enemigos de una unión fuerte. Uno de los fundamentos de las uniones correctas con soldadura de latón y de estaño es conocer las características de los metales con que se trabaje. Incluso puede ser la parte más importante, porque solamente entonces usted podrá seleccionar los métodos correctos que deba utilizar. El aprendizaje sobre los metales es un proceso que nunca termina. Hasta los soldadores veteranos está aprendiendo constantemente nuevos trucos para su oficio. Además, siempre se están descubriendo nuevas aleaciones metálicas.

Usted aprendió la importancia de las medidas de seguridad con los vapores tóxicos que emiten los metales y los fundentes. El plomo, que se usa en la mayoría de las soldaduras de estaño, es especialmente peligroso. Se puede depositar en el cuerpo y causar grandes daños físicos y mentales. ¿Recuerda usted al fabricante de sombreros de la historia de *Alicia en el País de las Maravillas?* Hace muchos años, las personas que fabricaban sombreros (los sombrereros) usaban plomo para hacerlos. Con el tiempo, el plomo se acumulaba en sus cuerpos y producía diversos desórdenes nerviosos. Por lo tanto, quizá si el sombrerero del cuento hubiera estado enterado de los peligros del envenenamiento por plomo, habría dejado de trabajar tanto para disfrutar de la vida.

En esta lección se describieron diferentes fuentes de calor. La que más se utiliza para soldar con latón y sus aleaciones es el soplete de oxiacetileno. El cautín para soldar, que parece un destornillador grande, es una herramienta común. En la industria electrónica, el cautín eléctrico del tipo de pistola se emplea para soldar alambre de cobre.

Usted aprendió los pasos que enumeramos y describimos para la soldadura con latón, la soldadura fuerte con plata y la soldadura con estaño. Se acerca el momento en que tendrá la oportunidad de realizar todo esto con sus propias manos.

Tareas prácticas

Identificación física de los tipos de sopletes

Materiales que usted necesitará

- Un soplete para equipo de oxiacetileno
- La información de esta tarea práctica

Información previa

Los sopletes son aparatos que sirven para mezclar, en la proporción adecuada, el gas comburente (oxígeno) y el gas combustible (acetileno), para obtener la fuente de calor, o sea la llama oxiacetilénica necesaria para la soldadura.

Existen numerosos tipos de solpletes oxiacetilénicos que se distinguen por recibir el acetileno a baja o alta presión, por la potencia de salida y por la forma en que se realiza la variación de la regulación.

La potencia del soplete puede variar entre 20 - 25 1/hr para trabajos ligeros y 3,000 - 4,000 1/hr para trabajos de soldadura en piezas de gran espesor. Los tipos de soplete más corrientes son:

Soplete de baja presión. Este soplete se alimenta con acetileno a baja presión (10-30 g/cm ^{2} y oxígeno a alta presión (1-3 kg/cm ^{2})

Soplete de alta presión. Este tipo de soplete se utiliza cuando el acetileno está a alta presión (0.5-0.7 kg/cm^2) y, sobre todo, en la elabroración de piezas en serie, pues asegura la salida fija.

Sopletes con regulación de aguja y recambio de la punta. Se denominan así, porque el eyector regulable de la salida de la mezcla oxiacetilénica la varía mediante el desplazamiento de un perno o aguja, situado en el eyector, a través de una rueda que avanza o retrocede a voluntad.

Soplete con recambio de la cabeza. Este tipo de soplete tiene una dimensión fija. La variación se obtiene cambiando la presión del oxígeno y sustituyendo la cabeza o lanza. Vienen equipados con una serie de lanzas, algunas de las cuales están adaptadas a una determinada clase de sopletes. Por ejemplo:

Sopletes de tipo ligero, serie de lanzas de 50 a 1,500 1/hr.

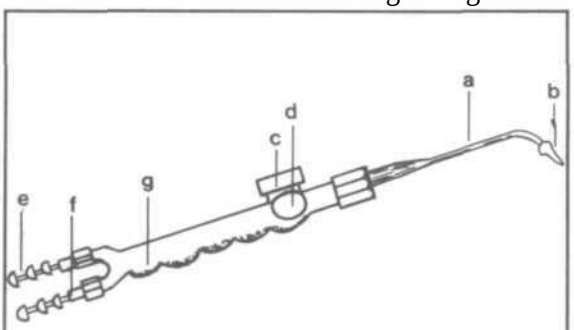
Sopletes de tipo pesado, serie de lanzas de 1,500 a 4,000 1/hr.

Lo que usted deberá hacer

Identificará cada una de las partes de un soplete

Procedimiento

1. Localice un soplete para equipo de oxiacetileno
2. Observe cuidadosamente la figura siguiente:



a) Lanza
b) Punta
c) y d) Llaves para regular la salida de los gases
e) Boquilla del tubo de oxígeno
f) Boquilla del tubo de acetileno
g) empuñadura

3. Tome en su mano el soplete localizado, e identifique cada una de sus partes de acuerdo al dibujo.

Conclusiones

Mientras mejor conozca su equipo de trabajo, mejor lo aprovechará en el desempeño de su profesión.

y después... ¿qué sigue?

¿Qué es un fundente? ¿De qué depende el mejor diseño de una unión de metales? ¿Qué instrumento se usa para soldar con latón una junta traslapada? ¿Qué es y cómo se hace una soldadura plana? ¿Cómo se hace un cordón longitudinal de soldadura con un soplete de oxiacetileno? ¿Cómo se suelda con latón una unión a tope? ¿Qué metales se pueden soldar con facilidad? ¿Para qué sirve un disipador de calor?

Examen

INSTRUCCIONES. *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1.E1 tipo de metal que se funde en moldes de arena, de áspera textura, y que se emplea para fabricar los alojamientos de las válvulas para agua es el

a. hierro fundido.
b. acero inoxidable.
c. latón fundido.
d. cobre.

2.E1 metal que se parece al acero inoxidable, de peso ligero, muy fuerte y costoso, que se emplea en la construcción de aviones y automóviles de carreras es el

a. titanio.
b. acero.
c. latón.
d. aluminio.

3. El metal de relleno que se usa para la soldadura eléctrica con latón es una varilla de

a. cobre.
b. plata.
c. aluminio.
d. bronce.

4. Las aleaciones de soldadura con plata contienen plata, cobre y

a. titanio.
b. zinc.
c. bronce.
d. latón.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES

Calificación

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección **L436**

5. Como una medida vital de seguridad, nunca se debe usar una presión de acetileno mayor de

a. 5 lb/plg^2 (0.36 kg/cm^2).
b. 15 lb/plg^2 (1 kg/cm^2).
c. 20 lb/plg^2 (1.41 kg/cm^2).
d. 25 lb/plg^2 (1.75 kg/cm^2).

6. Los vapores de la soldadura de plomo son altamente tóxicos cuando ésta es sobrecalentada a más de

a. 300°F(147°C).
b. 500°F(257°C).
c. 750 °F (395 °C).
d. 1000 °F (538 °C).

7. En el proceso de soldadura con gas, el tipo de soplete que se use depende de

a. el gas a emplear.
b. la temperatura ambiente.
c. el tipo de trabajo a realizar.
d. el operador.

8. Cuando se usa el arco de carbón para operación continua, a menudo el maneral se enfría por medio de

a. agua.
b. aceite.
c. gas.
d. aire.

9. En la soldadura de estaño, las superficies carcomidas se deben rectificar con

a. un buril.
b. una lima.
c. una broca.
d. un machuelo.

10. En un cautín de pistola, durante su uso, la punta se puede llegar a calentar hasta

a. 300°F(147°C).
b. 400 °F (202 °C).
c. 540 °F (279 °C).
d. 640 °F (338 °C).

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

SISTEMAS DE
Refrigeración
Y AIRE
ACONDICIONADO

CONTENIDO

Introducción....3

1. Definiciones y descripciones....3
2. Fundentes....4
3. Diseño de una unión....5
4. Procedimientos para soldar con latón y con estaño....7
5. Resumen....17
6. Tareas prácticas....18
7. Examen..., ...21

Introducción al proceso de soldadura con latón y estaño (Segunda parte)

L437 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Fundentes, 4

Diseño de una unión, 5
Limpieza, 6

Procedimientos para soldar con latón y con estaño, 7
Soldadura con latón de una junta traslapada, 7
Calentamiento, 7
Soldadura con latón, 8
Pruebas, 9
Soldadura plana, 9
Soldadura de latón con oxiacetileno, **10**
Cordón longitudinal de soldadura, **11**
Soldadura con latón de una unión a tope, 12
La unión en "T", 13
La unión traslapada, 13
Soldadura fuerte con plata, 13
Soldadura con soplete, 14
El disipador de calor, 15

Resumen, 17

Tareas prácticas:
Preparación del material para una unión a tope, 18

Examen, 21

Introducción

En esta lección haremos un análisis complementario sobre el trabajo de soldadura que algunas veces usted deberá realizar como técnico de servicio en aire acondicionado y refrigeración. Aquí trataremos lo relacionado con los fundentes que, dentro de la operación de soldadura, ocupan un lugar preponderante.

Aunque en la lección anterior se hizo mención de los procesos de soldadura con latón y con estaño, aquí haremos mención detallada de los procedimientos para llevar a cabo adecuadamente estos procesos. También se estudiarán los diferentes tipos de uniones que se pueden efectuar mediante estos procedimientos de soldadura, los cuales le serán de gran utilidad en el desempeño de su trabajo profesional.

Haremos referencia al procedimiento de soldadura fuerte con plata que, regularmente, utilizará usted durante su trabajo; y le explicaremos la soldadura con soplete. Finalmente estudiaremos el disipador de calor como un elemento importante dentro del proceso de soldadura.

Como de costumbre, si al leer su lección algo no le queda completamente claro, no dude usted en volverla a leer cuantas veces sea necesario, hasta que todo le sea comprensible.

Definiciones y descripciones

CLARO DE JUNTA *(joint clearance).* El espacio entre dos superficies de una junta.

FUNDENTE DE RESINA *(rosinflux).* Fundente con base de resina que contiene un aditivo que incrementa el efecto de mojadura de la soldadura.

HABILIDAD DE SOLDADURA *(solder-ability).* La capacidad de un material para ser soldado.

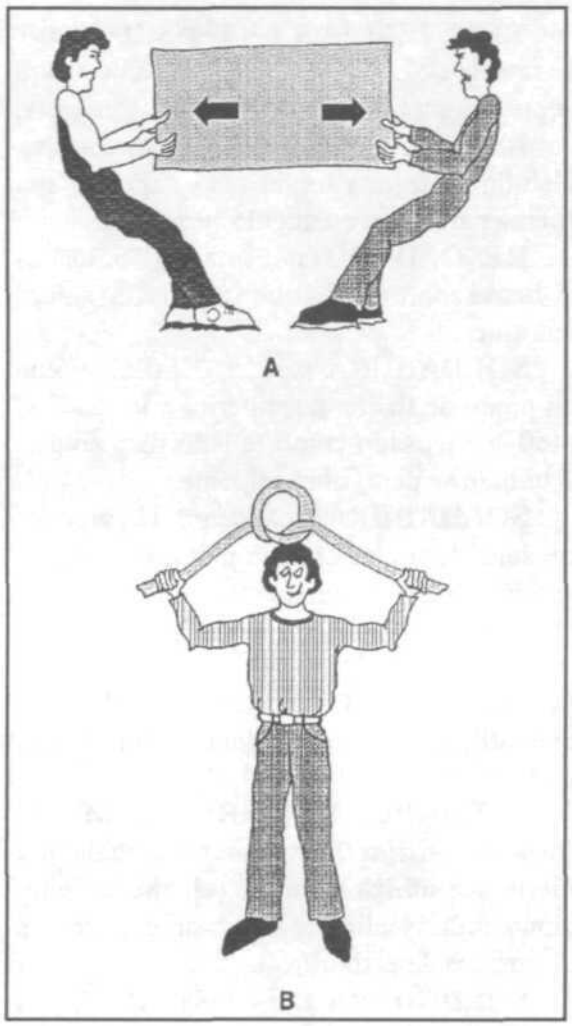


Fig. 37-1. Un metal con resistencia a la tensión soporta las fuerzas que actúan para disgregarla *(A).* Un metal dúctil se puede moldear fácilmente *(B).*

HIERRO SOLDADOR O CAUTÍN *(soldering iron).* Una herramienta para soldar que tiene cubierta externa e interna de metal, usualmente cobre.

MOJADURA *(wetting).* Esparcimiento del metal fundido de relleno o del fundente sobre el metal de base.

PISTOLA DE SOLDAR *(soldering gun).* Un hierro eléctrico para soldar unido a una pistola y que contiene un elemento caliente.

RECUBRIMIENTO PREVIO *(pre-coating).* Estañado del metal de base o de una unión por inmersión, galvanoplastia u otro medio antes de soldar con estaño o con latón.

RESISTENCIA A LA TENSIÓN (*tensile strength*). La habilidad de una unión para soportar una fuerza que trata de disgregarla.

RESISTENCIA ALCORTE *(shear strength).* Habilidad de una unión para soportar una fuerza paralela o en ángulo recto.

RESOLDADO *(stepbrazing).* Soldadura fuerte sobre partes que ya han sido soldadas antes.

SOLDADURA *(soldér).* Un metal con un punto de fusión no superior a los 232 °C (450 °F) y usado como relleno para soldar. También se denomina soldante.

SOLDADURA *(soldering).* Un proceso de soldadura que emplea metal de relleno, atracción capilar y temperatura por debajo de los 449 °C (480 °F).

SOLDADURA DE ANTORCHA *(torch brazing).* Un proceso de soldadura que utiliza el calor de una flama de gas combustible.

SOLDADURA DE ARCO GEMELO *(twin are brazing).* Un proceso de soldadura fuerte que utiliza metal de relleno, la atracción capilar y el calor de un arco entre dos electrodos de carbón.

SOLDADURA DE COSTURA *(seam soldering).* Un método de soldadura en que se aplica una capa de soldadura de estaño a lo largo del borde exterior de una unión.

SOLDADURA DE HIERRO *(iron soldering).* Un proceso de soldadura que utiliza el calor de un cautín bien eléctrico o bien de cobre.

SOLDADURA DE PLATA *(silver soldering).* Soldadura fuerte con metal de relleno basado en plata (también llamada soldadura de aleación de plata).

SOLDADURA DE REACCIÓN *(reaction solder).* El método de soldadura en el cual se usa un fundente de reacción.

SOLDADURA DE REFLUJO *(reflow soldering).* Un proceso de soldadura en el cual se funde la soldadura para producir una unión soldada o un recubrimiento en una superficie.

SOLDADURA INFRARROJA *(infrared brazing soldering).* Un proceso que utiliza el calor de la radiación infrarroja.

SOLDADURA DE ULTRASONIDO *(ultrasonicwelding).* Un método de soldadura que utiliza vibraciones para eliminar impurezas de la soldadura y mojar el metal base.

SOLDADURAZUNCHADA(sweat soldering). Un método de soldadura en el cual dos superficies son soldadas juntas sin que se vea la soldadura.

Fundentes

Un fundente para soldar puede ser un material líquido, sólido o gaseoso. La función de un fundente consiste en mejorar la habilidad del metal para fluir. El fundente no limpia el metal de base. Esto siempre se hace antes de iniciar el trabajo. Si se ha limpiado perfectamente el metal de base, el fundente elimina cualquier clase de impurezas, tanto del metal como de la soldadura. Cuando se aplica a una superficie limpia, un fundente realizará las funciones siguientes:

- protegerá la superficie a soldar contra la oxidación durante el proceso de calentamiento
- permitirá que el metal de relleno fluya con más facilidad en las uniones
- hará flotar todos los óxidos delante de la soldadura fundida
- reducirá la tensión superficial de la soldadura fundida y mejorará la mojadura del metal

Existen tres tipos principales de fundente: altamente corrosivos, intermedios y no corrosivos. ¿Qué tipo se debe usar? Bueno, esto depende del metal que se vaya a soldar,

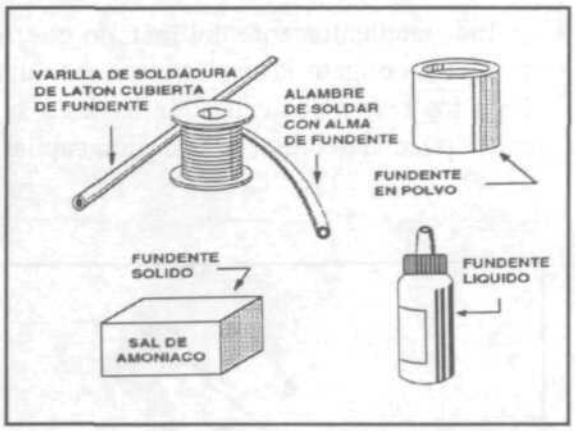


Fig. 37-2. El fundente se puede obtener en diversas formas y presentaciones.

de su velocidad de oxidación y de la facilidad con que se elimine el óxido. El aluminio, el acero inoxidable, las aleaciones altas de acero y los metales de bronce de aluminio necesitan el fundente altamente corrosivo para eliminar el óxido duro que se forma cuando quedan expuestos al aire.

El cobre necesita solamente un fundente de tipo mediano. Tiene una velocidad lenta de oxidación, que se elimina con facilidad. Use siempre el fundente más suave que sea posible para realizar su trabajo.

Los fundentes deben ser químicamente puros. El bórax o el ácido bórico (es decir, bórax con agua) es una base común de los fundentes para soldar. Otras mezclas varían desde el 75 por ciento de yodo, bromuros, flúor, cloro y otros elementos químicos. El bifluoruro alcalino se usa como sustancia química en los fundentes para soldar y en las soldaduras de aceros inoxidables, silicio, bronce, aluminio y cobre.

Aquí también debe tener cuidado. Estos fundentes producen vapores venenosos. No los use sin contar con una ventilación extremadamente buena. Existe un fundente especial fabricado con sal de cianuro de sodio que se usa para soldar con plata el tungsteno y el cobre. Sin embargo, éste es un fundente venenoso, tan venenoso que puede matar. Solamente deben usarlo aquellas personas que hayan recibido un adecuado adiestramiento para hacerlo.

Cuando seleccione un fundente para soldar con latón o con soldadura eléctrica, considere estos factores:

- el metal de base
- el metal de relleno
- la fuente de calor

La resina es el fundente no corrosivo más común. Los fundentes corrosivos son, generalmente, de cloruro de zinc. Este compuesto se fabrica agregando pequeñas cantidades de zinc al ácido boroclorhídrico hasta que ya no disuelva más zinc. El ácido neutralizado o "muerto" se diluye después con una igual cantidad de agua.

Otra nota de precaución: cuando diluya el ácido para limpiar el metal, vierta el ácido en el agua, no al contrario. Nunca vierta el agua en el ácido. Si se hace así, fácilmente se puede producir una violenta y peligrosa explosión. Cuando se disuelve el zinc en el ácido bórico, se emiten vapores de cloro muy nocivos. Por lo tanto, esto se debe hacer cerca de una ventana abierta y en una campana bien ventilada.

Asegúrese de lavar la pieza de trabajo después de que se haya usado un fundente corrosivo. Este tipo de fundentes nunca se debe utilizar para trabajos eléctricos o electrónicos.

El ácido activo o vivo, concentrado o diluido, se prefiere para el hierro galvanizado. Sin embargo, se puede emplear ácido inactivado y es mucho más seguro para manejarlo.

Diseño de una unión

Generalmente, el mejor diseño de unión depende del uso que se vaya a dar a la pieza. También se consideran otros factores, como

el método de calentamiento, el requisito del ensamble antes de soldar, el número de piezas que se deban soldar y el método de aplicación de la soldadura.

La unión se debe hacer de tal manera que conserve las propiedades de los metales de base y de relleno. Las "propiedades" comprenden características como la resistencia a la tensión, la presión, la vibración y los cambios de temperatura.

Asegúrese de que haya un claro suficiente para permitir que la soldadura penetre en el espacio por atracción capilar. Es conveniente usar un calibrador de hojas de 3/1000 a 5/1000 de pulgada (0.08 a 0.13 mm). Como ya aprendió usted, la resistencia a la tensión se reduce si el claro es mayor que lo recomendado.

El diseño de la unión para soldar con latón es similar al de la soldadura con oxiacetileno. Prepare la unión con una sola ranura en "V", una unión "T" o una unión traslapada. Como ya ha visto, estas uniones necesitan un metal de relleno adicional.

Limpieza

Elimine completamente todos los óxidos, herrumbre, pintura, aceite y grasa o cualquier otra impureza de las superficies que se van a soldar con latón o con estaño. Las impurezas se pueden eliminar del cobre o del acero indistintamente por medios químicos o mecánicos. El método más simple es, probablemente, el mecánico, usando un esmeril, un cepillo de mano, un cepillo de alambre montado en un motor o con tela esmeril y lija húmeda o seca. Con una lima o un esmeril se desprenderán las impurezas de la superficie para dejar el metal al desnudo.

La limpieza química es un poco más complicada. (Tenga mucho cuidado al usar cualquier producto químico. El ácido puede salpicar sus manos o sus ojos). Después de limpiar la pieza, se debe lavar completamente el ácido con agua jabonosa caliente.

Independientemente del método que se emplee, es obligatoria una limpieza absoluta. Hasta los restos de aceite que haya en sus manos pueden debilitar la atracción capilar.

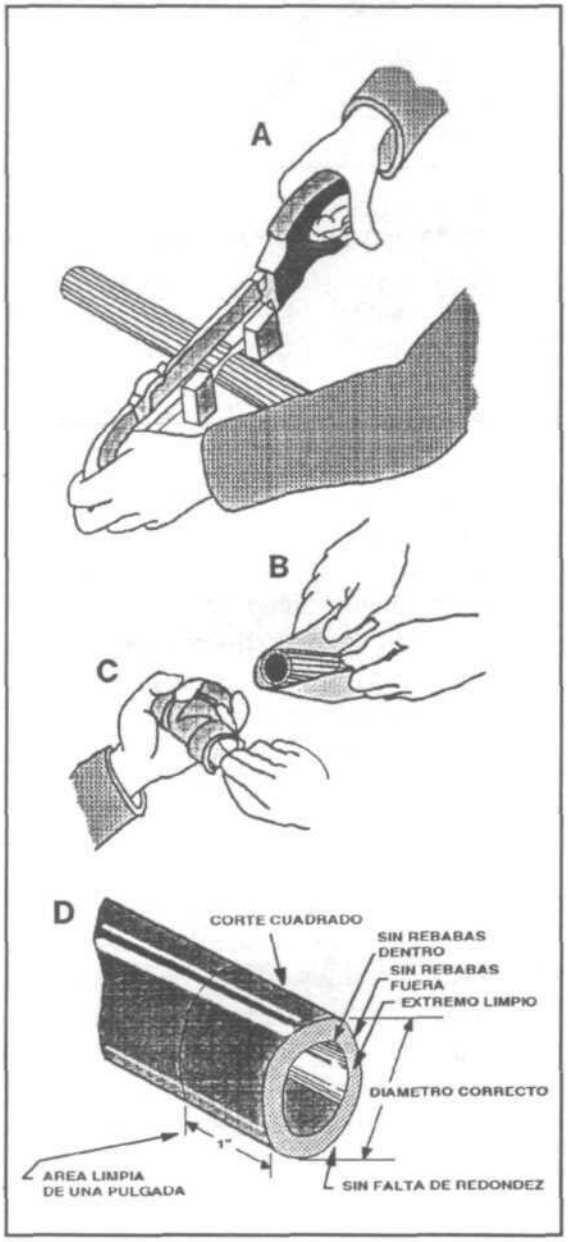


Fig. 37-3. Corte de tubería de cobre (A). Use abrasivos para limpiar el corte *(B)*. Limpie la copa y el bisel de cada salida de conexión con abrasivos (C). Haga una comprobación final antes de soldar.

Procedimientos para soldar con latón y con estaño

Soldadura con latón de una junta traslapada

Este procedimiento práctico para una junta traslapada usa un soplete de oxiacetileno sobre la tubería de cobre.

Seleccione tubos de cobre con diámetros de media y una y media pulgadas (12.7 y 38 mm), y las conexiones de cobre correspondientes. Corte los tubos ya sea con un pequeño cortatubos o con una segueta en secciones de 30 cm de largo, para que pueda volver a cortarlos para cada nueva unión.

Después de hacer los cortes se deben limpiar los extremos de los tubos. Los extremos de los tubos y los receptáculos donde entran éstos se deben limpiar y dejar libres de rebabas. Cuando elimine las rebabas, lije los extremos del tubo con un material abrasivo para obtener una apariencia brillante y reluciente. Después, pase la tela de esmeril abrasiva por el interior de las conexiones paralimpiarlasperfectamente.

Seleccione un fundente de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de la aleación de la soldadura. Aplíquelo con un pincel en la superficie del extremo del tubo y en los receptáculos de las conexiones.

No use demasiado fundente, porque se derramará fuera de la superficie que se debe soldar. Tenga un cuidado especial de que no penetre al interior del tubo. Aplique el fundente inmediatamente después de limpiar las piezas para evitar que se oxiden. Si se seca el fundente en la superficie, agregue fundente fresco cuando esté listo para soldar. Use fundente con la consistencia de una miel espesa. Agregue agua si el fundente se endurece demasiado.

Arme la unión insertando el tubo dentro del receptáculo y empujándolo fuertemente hasta que tope. Sostenga las dos piezas de manera que queden bien alineadas y a escuadra. La unión se debe sostener con un bloque en "V" o con abrazaderas. Compruebe cuidadosamente el claro. Asegúrese de obtener un claro muy estrecho.

Aplique fundente adicional con un pincel alrededor de la boca de la conexión. Un pequeño giro del tubo y la conexión hará que se distribuya el fundente sobre las dos superficies. Ahora, la unión está lista para calentarse.

Calentamiento. Ajuste su soplete de oxiacetileno hasta obtener una buena flama neutral. (La flama neutra usa una mezcla de partes iguales de oxígeno y acetileno). Ca-

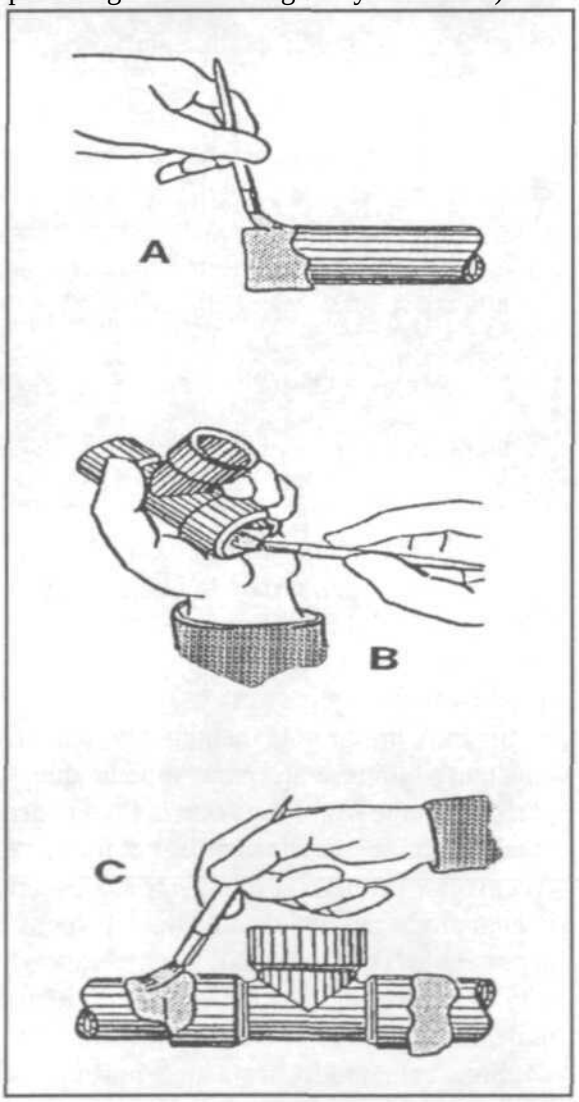


Fig. 37-4. Aplique el fundente con un pincel sobre el tubo limpio *(A y B).* Aplique más

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V *si considera verdadera la afirmación, o la letra* F *si la considera falsa.*

1. Un fundente para soldar puede ser un material líquido, sólido o gaseoso.	F	V
2. El cloruro de sodio se usa como sustancia química en los fundentes para soldar.	F	V
3. El ácido activo o vivo, concentrado o diluido, se prefiere como fundente para el hierro galvanizado.	F	V
4. Para una adecuada soldadura con latón o con estaño, se deben eliminar completamente todos los óxidos, herrumbre, pintura, aceite y grasa.	F	V
5. Si al estar soldando, el fundente se endurece demasiado, se le debe agregar aceite para darle la consistencia de una miel espesa.	F	V

Respuestas

1. V 2. F (El bifloruro alcalino se usa como sustancia química en los fundentes para soldar) 3. V 4. V 5. F (Se le debe agregar agua).

líente el tubo comenzando aproximadamente a 2.5 cm del extremo para la conexión. Pase la flama sobre el tubo con movimientos cortos hacia arriba y hacia abajo, perpendiculares al largo del tubo.

Es muy importante mantener la flama en constante movimiento para impedir que se perfore el tubo. Si se deja que la flama barra el tubo, también puede expulsar el fundente. Al calentar primero el tubo, éste se dilatará, lo cual producirá una presión del tubo contra la conexión. (El fundente que esté usando le servirá como guía para determinar el tiempo que deba mantener el calor aplicado).

Siga calentando hasta que burbujee el fundente y se quede inmóvil y transparente. Esto indica que el tubo ha alcanzado la temperatura apropiada para soldarlo.

Soldadura con latón. Cambie la flama a la base de la unión. Caliente uniformemente pasando la flama de la conexión al tubo hasta que deje de burbujear el fundente sobre la conexión. Evite sobrecalentar la conexión.

Cuando el fundente aparezca líquido y transparente sobre el tubo y la conexión, comience a pasar la flama de atrás hacia delante hasta que la acción de la unión mantenga el calor de la parte que se va a unir, especialmente en la conexión de la base. Es conveniente aplicar con pincel parte del fundente en la varilla de soldadura y acercar lentamente la flama a la misma para calentarla.

Aplique la varilla de soldadura en el punto donde entra el tubo al receptáculo de la conexión. Como la temperatura de la unión es suficientemente alta como para fundir la

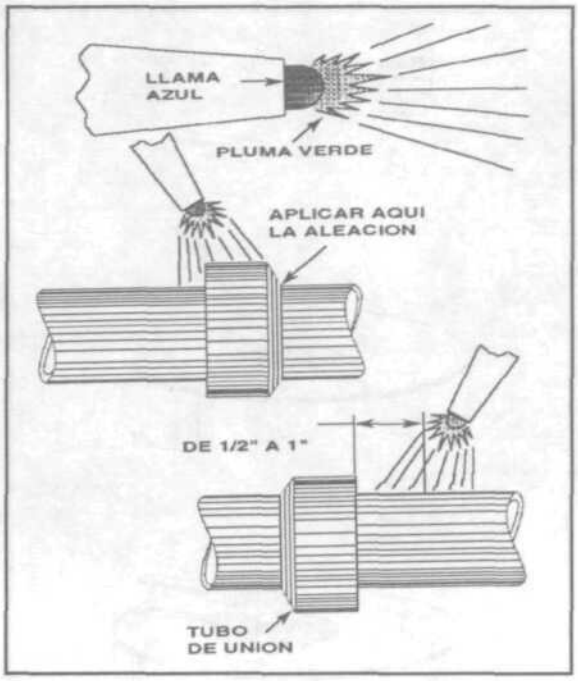


Fig. 37-5. Flama reductora *(A).* Caliente la conexión de tubería alrededor de toda su circunferencia *(B).* Después de calentar el tubo, pase el calor a la conexión.

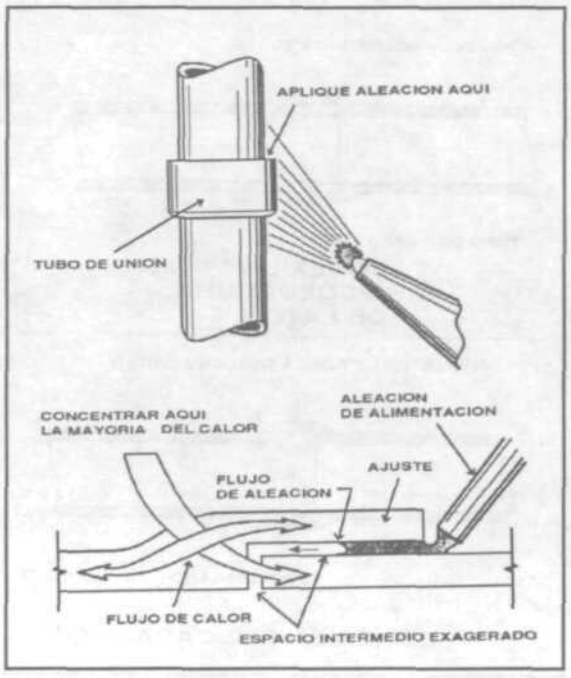


Fig. 37-6. Concentre el calor en la base de la copa.

aleación de soldadura, mantenga la flama lejos de la varilla mientras ésta alimente a la unión. Conserve caliente la conexión y el tubo moviendo la flama hacia atrás y hacia delante en tanto introduce la aleación en la unión.

Cuando se alcance la temperatura apropiada, la aleación fluirá libremente dentro del espacio entre el tubo y el receptáculo por atracción capilar.

Cuando se llene la unión, usted verá un relleno continuo de la aleación de soldadura alrededor de la unión. Deje de alimentar la soldadura tan pronto como se llene la unión. Interrumpa la alimentación si deja de fluir la aleación o tiene tendencia a detenerse. Esto es un signo de oxidación y de demasiado poco calentamiento de la pieza de trabajo.

Si tiene lugar la oxidación durante el calentamiento, se deberá a que no hay suficiente fundente o a que la capa de éste es demasiado delgada. Si el fundente fluye sobre el exterior de cualquier miembro de la unión, quiere decir que una parte de ella se ha sobrecalentado, mientras que la otra porción se ha calentado demasiado poco.

Después de que se haya enfriado la aleación, limpie el fundente restante con un cepillo o un trapo mojado. La conexión se debe enfriar rápidamente. Trate de que las conexiones de hierro fundido se enfríen por sí solas antes de limpiarlas. Para revisar y llevar a cabo las pruebas se debe limpiar el fundente.

Pruebas. Limpie el fundente. Después de que se haya enfriado la pieza, póngala en un tornillo de banco y córtela a la mitad. Compruebe si ha fluido algo del material de soldadura entre la conexión y el tubo.

Soldadura plana

Ahora, describiremos los pasos para cubrir una pieza de metal con un relleno metálico. Para este experimento usted necesitará:

- una pieza de acero dulce calibre 16
- varilla de soldadura de latón

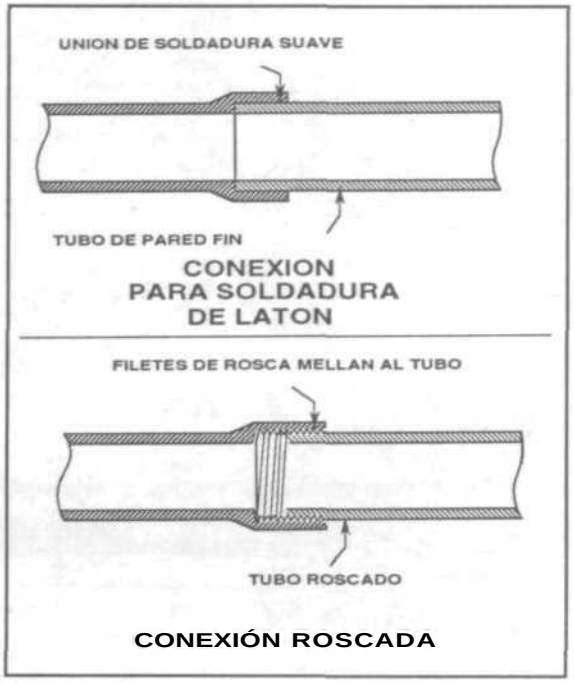


Fig. 37-7. Las uniones soldadas con latón poseen toda la resistencia del tubo, porque no tienen ranuras que originen puntos débiles.

- fundente en polvo
- un soplete de oxiacetileno con una flama neutra o ligeramente oxidante

Coloque el metal sobre un ladrillo refractario (un ladrillo refractario es de igual tamaño a un ladrillo común para construcción, pero se usa para absorber el calor). Caliente el extremo de la varilla y sumérjala dentro del fundente para que éste se adhiera a ella.

Dirija la flama hacia la placa. Cuando ésta se caliente, mantenga la varilla de soldadura en contacto con dicha placa. Dirija la flama de manera que una superficie grande de la placa se caliente hasta obtener un color rojo apagado y que la varilla comience a fundirse.

Después de que se haya depositado un poco del material de la soldadura sobre la placa, retire la varilla y siga calentando la soldadura depositada hasta que ésta fluya hacia fuera. Continúe este experimento hasta obtener una cantidad igual del material de la

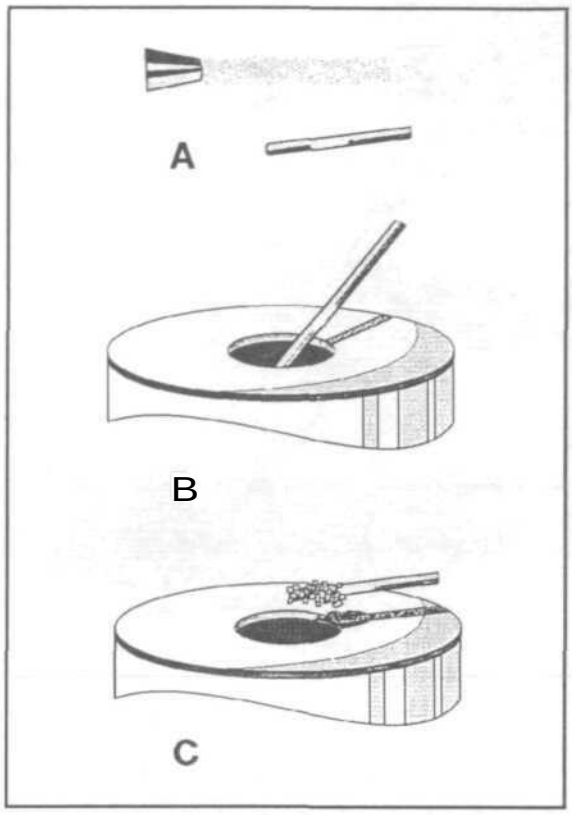


Fig. 37-8. Calentamiento de una varilla de soldadura de latón (A). Sumersión de la varilla caliente en el fundente *(B).* Fundente adherido a la varilla lista para soldar (C).

soldadura fluyendo en todas direcciones al mismo tiempo. Ahora ya ha efectuado usted el proceso básico de soldadura con latón.

Soldadura de latón con oxiacetileno

La flama de oxiacetileno tiene una temperatura muy alta cerca del cono interno, pero muy poco calor en la flama exterior. Algunas veces, esto produce el sobrecalentamiento de una zona.

Algunos gases como el MAPP o el propano, el butano o el gas natural producen flamas que calientan más uniformemente. La flama puede rodear por completo tubos de diámetro pequeño, calentándolos por todos lados.

Las ventajas de usar un soplete son su versatilidad, su naturaleza portátil y su rapidez para trabajar. Las desventajas son su tendencia a sobrecalentar, que exige un cier-

Fig. 37-9. La alta temperatura de una flama de oxiacetileno puede producir un sobrecalentamiento localizado, mientras que las de oxígeno y propano se distribuyen más uniformemente.

to nivel de habilidad, y que siempre existe el peligro de un incendio.

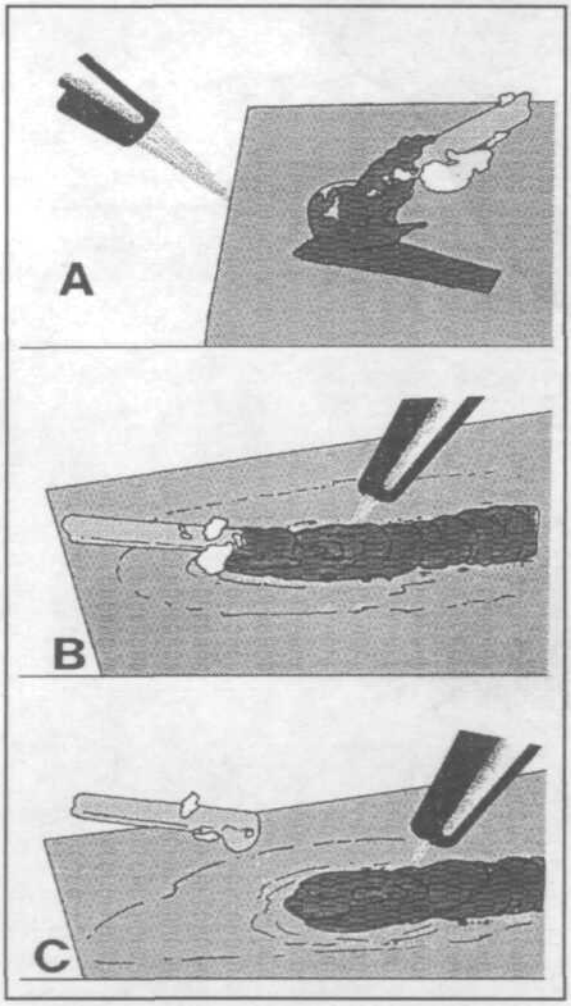
Cordón longitudinal de soldadura

Ahora describiremos los procedimientos para hacer un cordón longitudinal de soldadura con el soplete de oxiacetileno. Use un soplete correctamente encendido y ajustado, una pieza de metal de 15 cm por un calibre 16 de espesor, un poco de fundente para soldar y una varilla de latón. Ahora trate de hacer un cordón longitudinal usando los materiales para soldar a lo largo de la placa.

Coloque la placa sobre un ladrillo refractario. Mantenga la flama en un extremo hasta que el metal alcance la temperatura apropiada. Toque la placa con la varilla cubierta de fundente, permitiendo que se funda una pequeña cantidad de la varilla sobre la placa.

Fig. 37-10. Este aprendiz de soldador está usando un ladrillo refractario para impedir el paso del calor al banco de trabajo y aislar la pieza que está soldando.

Una vez que se deposite la soldadura sobre la placa, comience a mover el soplete con un movimiento circular, sumergiendo la varilla dentro de la soldadura depositada mientras la mueve a lo largo de la placa. Si aumenta el volumen de la soldadura fundida, contrólelo reduciendo el tamaño del ángulo, levantando el soplete, moviendo la varilla a mayor velocidad o retirando momentánea-



Fíg. 37-11. Una vez que la placa esté a la temperatura correcta, agregue más material de relleno *(A).* Sumerja la varilla en el borde delantero del depósito *(B).* Retire la varilla de la zona de la flama cuando no esté agregando material al depósito.

mente la flama del depósito de soldadura.

Al retirar el soplete de la unión de soldadura no se produce oxidación, como sucede en el proceso de la soldadura eléctrica. Esto se debe a que el metal fundido está protegido por una capa de fundente. Al mover el cordón de soldadura sobre la placa, sumerja de nuevo el extremo de la varilla en el fundente. El fundente en polvo se usa con tanta frecuencia como sea necesario para mantener el depósito del mismo adelante del cordón.

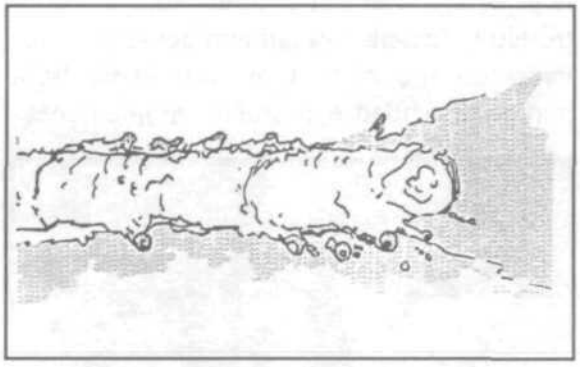


Fig. 37-12. Ejemplo de una capa de bronce correctamente depositada.

Soldadura con latón de una unión a tope

Use el mismo equipo y el mismo tipo de material que utilizó para hacer un cordón longitudinal. Sin embargo, ahora necesitará dos piezas de placa.

Coloque el metal en forma plana sobre un ladrillo refractario. Mantenga firmemente unidas las placas y aplique un punto de soldadura en los extremos de ambas placas. (Si éstas se deforman, pueden reformarse de nuevo con un martillo antes de aplicar otro punto de soldadura en el centro). Alinee las placas de manera que pueda hacer cómodamente un cordón de soldadura a lo largo de la unión.

A

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falla para completar las siguientes afirmaciones.

1. Cuando se suelda con oxiacetileno se debe ajustar el soplete hasta obtener una buena flama _____.
2. Al realizar la soldadura de un tubo con latón, éste se debe calentar uniformemente pasando la llama del soplete de la conexión al tubo, hasta que deje de burbujear el_____.
3. Si en el proceso de soldadura se presenta oxidación durante el calentamiento de la pieza, esto es debido a que no hay suficiente_____o a que la capa de éste es demasiado delgada.
4. En la soldadura de oxiacetileno, la flama tiene una temperatura muy_____cerca del conointerno.
5. En el proceso de soldadura de oxiacetileno, al retirar el soplete de la unión de soldadura no se produce_____. como sucede en el proceso de soldadura eléctrica.

Respuestas

1. neutra 2. fundente 3. fundente 4. alta 5. oxidación

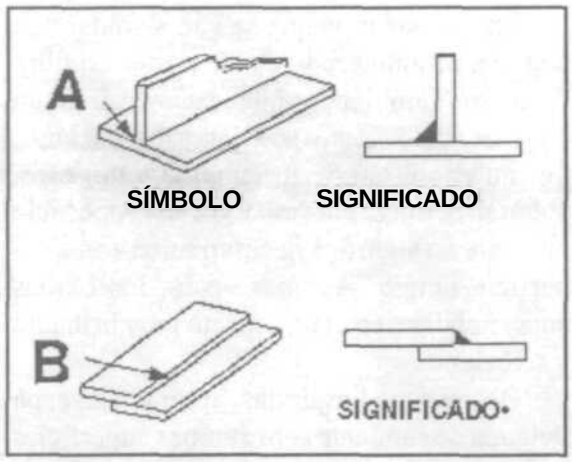
Comience del mismo modo que lo hizo con los cordones longitudinales y con el mismo procedimiento. Haga cordones uniformes a lo largo del centro de la unión. Para este tipo de unión, se necesita una penetración completa, por lo que se requiere un poco de calor adicional. Aplique este exceso de calor exactamente delante del cordón en la placa de base. Voltee la placa y observe si aparece una pequeña cantidad de soldadura a todo lo largo de la unión.

La unión en "T". Para soldar con latón una unión en "T" en la posición plana, una dos pieza de metal en forma de "T", como se muestra en la Figura 37-13 (A). Para lograr una penetración completa, mantenga la flama sobre la placa exactamente delante de los cordones de soldadura, teniendo cuidado de no sobrecalentar el metal de la soldadura. Mientras calienta la placa, mantenga la mayor parte del calor sobre la pieza que sirve de base de la unión en "T". Agregue su material de soldadura al depósito y aplique aproximadamente de 1/4 a 3/4 de pulgada (6 a 19 mm) de varilla de soldadura cada vez.

Mantenga su soplete en un ángulo aproximado de 15 grados en dirección del movimiento de avance. Continúe agregando material de soldadura y mantenga uniforme el cordón.

La unión traslapada. Para soldar con latón una unión traslapada, use el mismo equipo y tipo de metal que para la unión en "T". Coloque dos pieza de metal sobre un ladrillo refractario, de manera que se traslape una sobre la otra alrededor de 13 mm. Es importante mantener las piezas relativamente planas entre sí, como se muestra en la Figura 37-13.

Aplique una pequeña cantidad de soldadura en ambos extremos y uno o dos puntos a lo largo de la unión. Mueva la flama a lo largo de la unión, calentando ambas piezas al mismo tiempo. Cuando éstas estén calientes, tóquelas con la varilla y aplique un pequeño punto en cada extremo de la unión traslapada para que no se separe.



Flg. 37-13. Unión en *"T"* soldada con latón *(A).* Unión traslapada soldada con latón *(B).*

Mantenga su soplete a un ángulo de 45 grados, caliente ambas piezas de material hasta que adquieran un color rojo apagado. Sumerja la varilla de latón en el fundente y comience a fundir el material de latón en ambas piezas. Asegúrese de que se funda uniformemente. Agregue suficiente material de relleno a todo lo largo de la unión hasta que se llene completamente. Mantenga uniforme el movimiento de su soplete mientras avanza.

Soldadura fuerte con plata

¿Está listo para trabajar un poco con la soldadura fuerte de plata? Esto es lo que usted necesita:

- dos tiras de soldadura de latón o de cobre, de 1/16 de pulgada (1.6 mm) de grueso, 1 pulgada (25.4 mm) de ancho y 6 pulgadas (15 cm) de largo
- dos piezas de tubería de latón o cobre (el tubo de cobre debe encajar perfectamente dentro de la otra pieza de tubería)
- fundente en pasta para soldadura de plata
- borra de seda o soldadura de plata común
- una boquilla No. 3 para soldar

Limpie las tiras que se van a soldar con cepillos de alambre y tela de esmeril o fibra de acero. También las puede sumergir en un baño de ácido. Como usted ya sabe, las uniones que no estén perfectamente limpias resultarán débiles. Sin embargo, una superficie brillante no significa necesariamente una superficie limpia. Algunas veces, los óxidos superficiales tienen un aspecto muy brillante y reluciente.

Después de limpiarlas, aplique una capa delgada de fundente sobre ambas superficies de las tiras. Deje que este fundente se extienda más allá de la superficie que se debe soldar. Coloque el trabajo de manera que las superficies traslapadas estén en íntimo contacto con los extremos traslapados aproximadamente en un espacio de 25 mm.

La separación es muy importante. El claro ideal para las uniones es entre una y una y media milésimas de pulgada (0.025 y 0.040 mm), o 0.0015". Cuanto mayor sea el claro, más débil quedará la unión. No sólo esto, sino que la soldadura de plata es cara. Si su claro es mayor que lo debido, estará perdiendo dinero.

Aplique una buena flama neutra o ligeramente oxidante, con un movimiento hacia atrás y hacia delante, para calentar la superficie que deba soldar. No aplique la flama directamente sobre la varilla, pues la puede fundir. Siga calentando hasta que se pueda aplicar la aleación al trabajo, en una corta distancia de la flama. Si el trabajo está bastante caliente, se inducirá el calor en la aleación. Mediante la atracción capilar se fundirá la aleación o la varilla, y fluirá dentro de la unión.

Durante esta operación, el fundente sirve como guía para la temperatura y como agente limpiador. Cuando se aplica por primera vez el calor, el fundente se seca y toma un color blanco. Al aumentar la temperatura, este polvo blanco se funde formando pequeños cordones de fundente derretido. El calentamiento adicional convierte el fundente en un líquido que fluye sobre la superficie y forma un recubrimiento delgado y uniforme. En este punto, las piezas se encontrarán a una temperatura apropiada de trabajo, alrededor de 1,300 grados °F (704 °C). Si se sobrecalienta, el fundente se oxidará o se quemará. El resultado será una unión débil que también presentará un mal aspecto.

Este es otro proyecto de soldadura fuerte con plata. Limpie dos piezas de tubería de cobre o latón por dentro y por fuera, con tela de esmeril. Limpie el residuo de los tubos. Asegúrese de que una de las piezas encaje exactamente dentro de la otra.

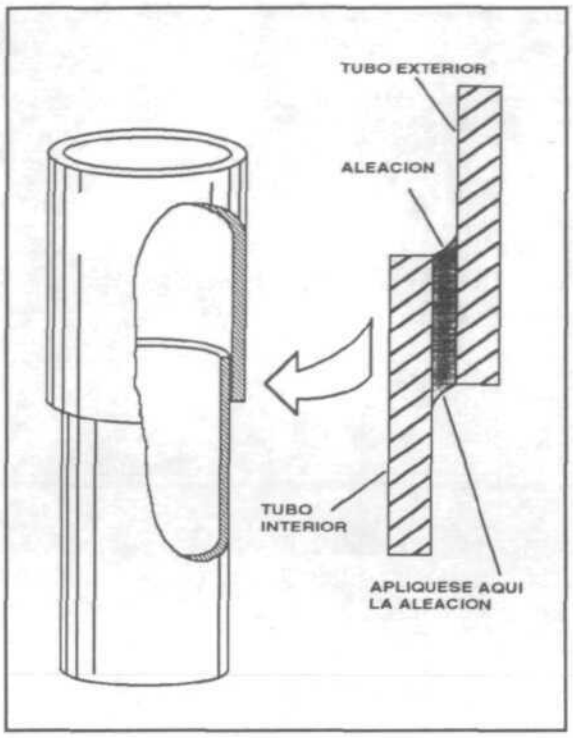
Aplique fundente en ambas piezas, una dentro de la otra, en una extensión de 25 mm. Ponga este conjunto en posición vertical sobre un banco o prensa, con el tubo de mayor calibre en la parte superior. Aplique la aleación de soldadura de plata solamente en el exterior o base de la unión. Caliéntela uniformemente con el soplete.

Enfríe el trabajo terminado y vea la delgada línea uniforme de aleación alrededor del fondo del tubo. Si observa el interior del tubo verá cómo la atracción capilar ha formado un pequeño cordón. Para comprobar mejor su trabajo, hasta puede cortarlo a la mitad con una segueta. Observe que la aleación blanca de plata se encuentra entre todas las piezas traslapadas.

Soldadura con soplete

Los metales que se pueden soldar con facilidad son el platino, el oro, el cobre, la plata, la placa de cadmio y el estaño. Los que se sueldan con menos facilidad son la placa de níquel, el latón y el bronce. El acero dulce, la lámina galvanizada y ciertas aleaciones de aluminio no se funden fácilmente y, por lo tanto, es difícil soldarlos.

Aunque la soldadura no produce una luz intensa, usted siempre deberá usar gafas de seguridad para protegerse en caso de que la soldadura estalle o chisporrotee. Una vez que se las haya colocado, y con el soplete en la mano, siga este procedimiento para soldar a la flama.



Fíg. 37-14. Tubos soldados con soldadura fuerte de plata.

Limpie el metal de base, como se explicó antes en esta lección. Aplique el fundente al metal de base. Asegúrese de usar el fundente correcto y aplíquelo a todas las superficies que vaya a soldar. Caliente el metal de base a la'temperatura apropiada para soldar, aplicando una flama suave sobre el metal de base hasta que el fundente se derrita y comience a fluir.

Ahora, toque el metal con la soldadura. Si se ha calentado correctamente, fluirá dentro de la unión por la acción capilar.

El disipador de calor

Si alguna vez tiene que soldar un componente que se pueda dañar con el calor, por ejemplo un dispositivo semiconductor, use un disipador de calor para evitar que pase el calor del cautín al componente. Un disipador de calor es, simplemente, una abrazadera metálica que tiene mayor masa que el componente.

En los alambres delgados, incluso las pinzas de tipo de caimán constituyen buenos disipadores de calor. Conecte la pinza en la línea entre el componente y la terminal, como se muestra en la Figura 37-15.

El disipador de calor no se debe retirar inmediatamente después de soldar el componente, pues todavía habrá suficiente calor como para dañarlo. Espere por lo menos un minuto antes de desconectar la pinza.

Los semiconductores, todos los componentes de tamaño diminuto y los componentes normales se encuentran, la mayor parte de las veces, encerrados dentro de sellos de vidrio. Entonces, el calor que se aplica a la unión tenderá a fluir a lo largo del conductor y hacia el disipador de calor o las pinzas, en vez de hacerlo hacia el componente. Esto evita que se queme este último. Por lo tanto, siempre que sea posible, use disipador de calor.

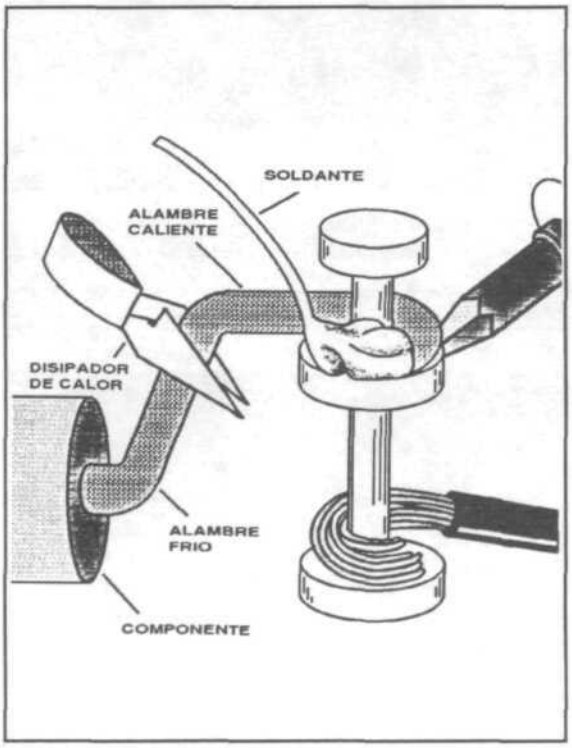


Fig. 37-15. El disipador de calor.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo el término entre paréntesis que complete las siguientes afirmaciones.

1. Para efectuar una unión soldada en "T", el soplete se debe mantener en dirección del movimiento de avance con un ángulo aproximado de (15°, 30°).

2. Para una buena soldadura fuerte con plata entre dos uniones debe existir un claro de: (0.25 y 0.40 mm / 0.025 y 0.040 mm).

3. En el calentamiento adicional de la soldadura fuerte de plata, las piezas a soldar se encuentran a una temperatura aproximada de: (1300 °F - 2300 °F).

4. Uno de los metales que no se funde fácilmente y que por lo tanto es difícil de soldar es el: (cobre, acero dulce).

5. Un disipador de calor es simplemente una abrazadera metálica que con respecto al componente tiene una masa (mayor, menor).

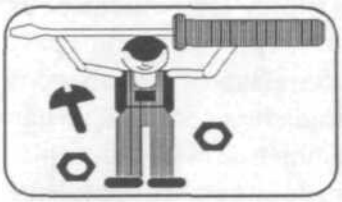
Respuestas

1. 15 ° F 2. 0.025 y 0.040 mm 3. 1300 °F 4. acero dulce 5. mayor

Resumen

En esta lección aprendió usted todo lo relativo a los fundentes, que ocupan un lugar destacado en la soldadura, pues mejoran la habilidad del metal para fluir. También sabe que hay tres tipos de fundente y que hay que seleccionar el más adecuado en función del metal que se va a soldar, de su velocidad de oxidación y de la facilidad con que se elimine el óxido. Los fundentes principales se agrupan en tres clases: altamente corrosivos, intermedios y no corrosivos. Conoce, igualmente, todas las complejidades del diseño de una unión, y sabe que debe hacerse conservando las propiedades de los metales de base y de relleno.

Aprendió también la importancia que tiene la limpieza de las superficies que se van a soldar, y los métodos a seguir: mecánico o químico, para lograrlo. A estas alturas ya es usted un experto en los procedimientos para soldar con latón y con estaño. Conoció todos los detalles de la soldadura con latón de una junta traslapada, también de la soldadura plana y de la soldadura de latón con oxiacetileno. Dominó los procedimientos para hacer un cordón longitudinal de soldadura con el soplete de oxiacetileno, y para soldar con latón una unión a tope. Supo además todos los pasos necesarios para soldar con latón tanto una unión en "T" como una unión traslapada. Otro método de soldar que ya le resulta familiar es el de la soldadura fuerte con plata. Aprendió asimismo qué metales son fáciles de soldar y cuáles no, y cómo soldarlos con soplete. Por último, ya conoce usted lo que es y para qué sirve el ingenioso dispositivo denominado disipador de calor.



Tareas prácticas

Preparación del material para una unión a tope

Materiales que usted necesitará

- Un pedazo de solera de acero laminado en frío *(cold-rolled)* de 5" de largo x 2" de ancho y 1/16" de espesor
- Un pedazo de solera de acero laminado en frío *(cold-rolled)* de 5" de largo x 2" de ancho y 3/8" de espesor
- Un pedazo de solera de acero laminado en frío *(cold-rolled)* de 5" de largo x 2" de ancho y 5/8" de espesor
- Arco de segueta
- Lima bastante plana
- Calibrador de vernier (pie de rey)

Información previa

La preparación de las piezas a soldar consiste principalmente en la preparación de la unión y en su posición. La preparación de las caras varía según el tipo de junta (cabeza a cabeza, de ángulo, en T, etc.) y, en segundo lugar, según el espesor de las piezas a unir.

Para espesores de 1.3 mm., es suficiente el simple acercamiento de las piezas. Para espesores de 3-4 y 12-15 mm., se preparan las piezas efectuando unos chaflanes en V. Para espesores de 12-15 y 25-30 mm., se preparan con chaflanes en X.

Lo que usted deberá hacer

Efectuará la preparación de superficie para realizar la operación de soldadura.

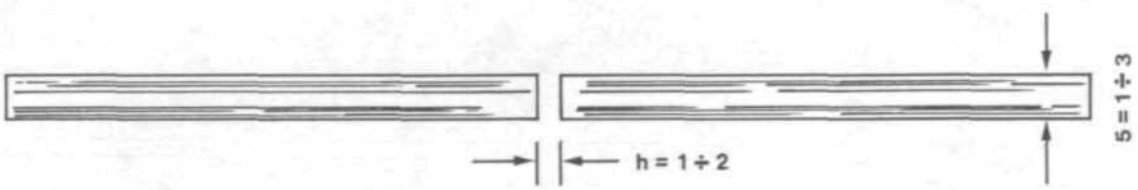
Procedimiento

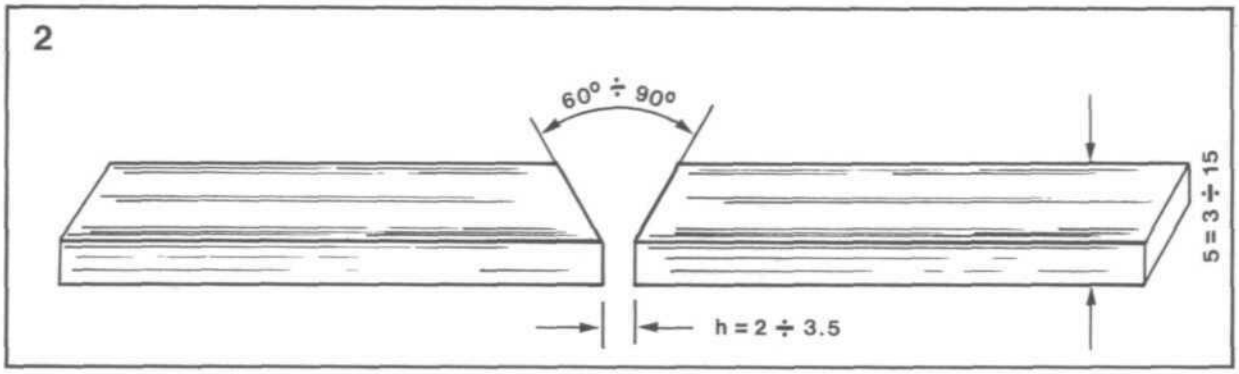
1. Tomará cada solera y con la segueta la cortará a la mitad.
2. Con el calibrador de vernier (pie de rey) tomará el grueso de la placa correspondiente.
3. Al tomar el grueso de la solera, verificará en cuál de las tres clasificaciones descritas en la información previa cae.
4. Si cae en la segunda clasificación, entonces, con la lima dé usted forma de chaflanes en V a ambos pedazos de solera.
5. Si cae en la tercera clasificación, con la lima dé usted forma al chaflán en X a ambos pedazos de solera.

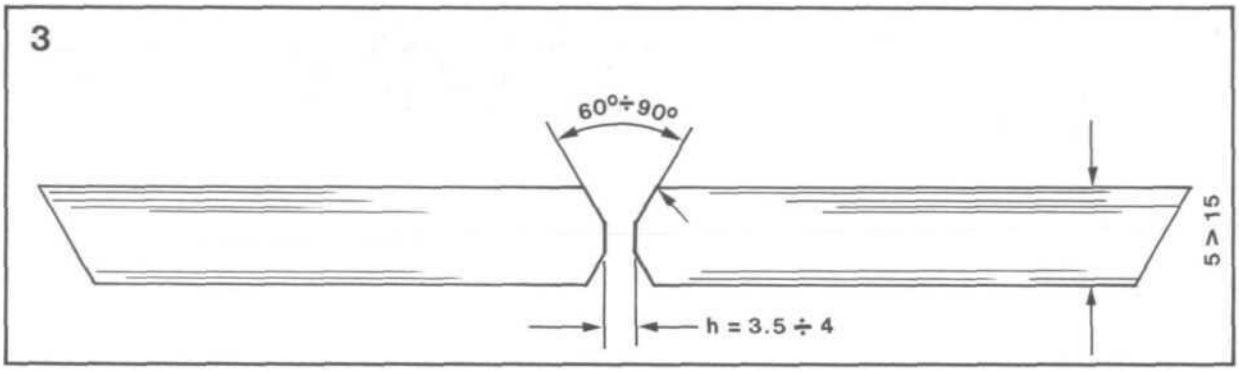
Conclusiones

La preparación adecuada de las superficies a soldar es vital para lograr un resultado satisfactorio.

1







y después... ¿qué sigue?

¿Para qué sirve la soldadura con arco mediante metal recubierto? ¿Qué es el proceso SMAW? ¿Cuáles son los principales riesgos en la soldadura eléctrica? ¿Qué tipos de luz pueden causar quemaduras? ¿Cómo es la ropa que debe usar el soldador eléctrico? ¿Qué es y qué efectos tiene una quemadura por deslumbramiento? ¿Qué características debe tener un maneral de electrodos bien equilibrado? ¿Qué es una abrazadera de tierra? ¿En qué se diferencian la PDCD y la PICD? ¿Qué es la soldadura con barra? ¿Qué factores pesan en la elección de un buen electrodo? ¿Qué es la AWS? ¿Cómo se selecciona el tamaño del electrodo?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso. Escoja una sola respuesta para cada pregunta. Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. El cobre, de acuerdo a su velocidad de oxidación, necesita un fundente de tipo
a. altamente corrosivo.
b. intermedio.
c. no corrosivo.
d. demasiado corrosivo.

2. Un fundente corrosivo nunca se debe utilizar para trabajos
a. mecánicos.
b. hidráulicos.
c. neumáticos.
d. eléctricos y electrónicos.

3. Para una buena soldadura, las impurezas se pueden eliminar del cobre o del acero por medios
a. químicos o mecánicos.
b. eléctricos.
c. electrónicos.
d. neumáticos.

4. Para soldar una unión de tubos, éstos se deben calentar hasta que el fundente burbujee y se quede inmóvil y
a. turbio.
b. opaco.
c. transparente.
d. brillante.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES

Calificación

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L437

5. Si durante la soldadura el fundente fluye sobre el exterior de cualquier miembro de la unión, quiere decir que una parte de ella se ha

a. enfriado.
b. humedecido.
c. secado.
d. sobrecalentado.

6. Una de las desventajas de usar soplete para soldar es su

a. versatilidad.
b. tendencia a sobrecalentar.
c. facilidad para transportarlo.
d. rapidez para trabajar.

7. El fundente en polvo se usa con tanta frecuencia como sea necesario para mantener el depósito del mismo

a. adelante del cordón.
b. atrás del cordón.
c. sobre el cordón.
d. debajo del cordón.

8. Para soldar una unión traslapada el soplete se debe mantener a un ángulo de

a. 15°.
b. 30°.
c. 45°.
d. 60°.

9. En el proceso de soldadura fuerte con plata, durante el calentamiento, el fundente sirve como guía para la temperatura y como

a. soldadura.
b. calentador.
c. agente limpiador.
d. enfriador.

10. Los metales que se pueden soldar con facilidad son el platino, el oro, el cobre, la plata, la placa de cadmio y el

a. acero dulce.
b. metal galvanizado.
c. aluminio.
d. estaño.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

SISTEMAS DE
Refrigeración
Y AIRE
ACONDICIONADO

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. El proceso de soldadura....3
3. Seguridad, primero y ante todo....5
4. El equipo para soldar....12
5. Polaridad directa y polaridad inversa....15
6. Electrodos....15
7. Tamaños de electrodo....19
8. Codificación de fundentes....21
9. Resumen....26
10. Tareas prácticas....27
11. Examen....29

Soldadura eléctrica

(Primera parte)

L438 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

El proceso de soldadura, 3

Seguridad, primero y ante todo, 5
- Lesiones por quemadura, 6
  - Luz ultravioleta, 7
  - Luz infrarroja, 7
  - Luz visible, 7
- Ropa protectora, 7
- Sus ojos, 9
- Sus oídos, **10**
- Sus pulmones, **11**

El equipo para soldar, **12**

Polaridad directa y polaridad inversa, **15**

Electrodos, **15**
- La selección de su electrodo, **16**
- Clasificación AWS, 17

Tamaños de electrodo, **19**
- Diseño de la junta, **19**
- Espesor del material, **19**
- Espesor de la capa de soldadura, **19**
- Posición real para hacer la soldadura, 20
- Cantidad de corriente, 20
- Pericia del operador, 20

Codificación de fundentes, 21

Resumen, 26

Tareas prácticas:
- Conocimiento físico de la pinza portaelectrodos, 27

Examen, 29

Introducción

El trabajo de un técnico de servicio en refrigeración y aire acondicionado cubre un aspecto muy definido dentro del campo que conforma esta industria. Sin embargo, existen actividades complementarias que es muy importante conocer ampliamente para extender el campo de trabajo de dicho técnico. Una de estas actividades es la soldadura, tanto autógena (gas) como eléctrica, proceso que nos permite llevar a cabo la unión de piezas metálicas de manera firme para el alcance de fines determinados.

En esta lección iniciaremos el estudio del proceso de soldadura eléctrica, desde su naturaleza hasta la de los electrodos y fundentes que se emplean en este proceso de soldadura, no sin dejar de tratar aspectos tan importantes para usted como su seguridad y las diferentes lesiones que puede usted sufrir durante un trabajo de soldadura eléctrica.

Los conceptos que aquí se tratan tienen una importancia bastante grande, puesto que son la plataforma de los conceptos que se abordarán en la próxima lección en cuanto a los detalles de las diferentes técnicas de soldadura eléctrica que usted requiere saber. Como en cada una de las lecciones, estudie cada tema con bastante cuidado, y en caso de no entender algo bien, no dude en leerlo tantas veces como sea necesario hasta que el objetivo sea alcanzado.

Definiciones y descripciones

CORDÓN *(bead).* El cordón es una o varias capas angostas de metal, que quedan depositadas en el metal de base cuando el electrodo se funde.

CRÁTER *(cráter).* Un cráter es una depresión producida por el arco, en el metal de base, cuando el electrodo se pone en contacto con este último.

DUCTILIDAD *(ductility).* La ductilidad de un metal es su capacidad de ser moldeado.

ELECTRODO *(electrodé).* Un electrodo es una barra delgada de metal recubierta con una sustancia especial, que se usa como relleno para unir el metal que va a ser soldado. Algunas personas lo llaman, como en los "viejos tiempos", alambre soldador.

JUNTA O UNION *(jointí).* Posición de dos o más metales que van a soldarse.

METAL DE BASE O METAL APARENTE *(base metal or apparent metal).* Es el metal que va usted a soldar.

ONDULACIÓN *(ñpple).* Es la forma que adquiere el cordón depositado como consecuencia del movimiento del electrodo.

PASO *(pass).* Un paso o pasada es cada una de las capas que se depositan en el metal de base.

PENETRACIÓN *(penetration).* Es la profundidad de la fusión con el metal de la base.

POSICIÓN PARA SOLDAR *(welding position).* Es la colocación de la pieza que va a ser soldada. Las cuatro posiciones principales son: horizontal, plana, hacia arriba y vertical.

El proceso de soldadura

La soldadura por arco metálico de escudo, llamada algunas veces soldadura de arco metálico o simplemente soldadura por arco, es ampliamente usada en la fabricación de muchos productos. Entre esos productos están incluidos desde barcos, tanques y automóviles... hasta pequeños electrodomésticos como los tostadores.

Las máquinas de soldadura por arco se diseñan para unir materiales de calibre tanto ligero como pesado de todo tipo. El proceso de soldadura por arco simplifica el mantenimiento y la fabricación de partes y máquinas. Además permite que el operador experto realice trabajos de soldadura rápida y fácilmente. En el ámbito eléctrico, el calor se genera

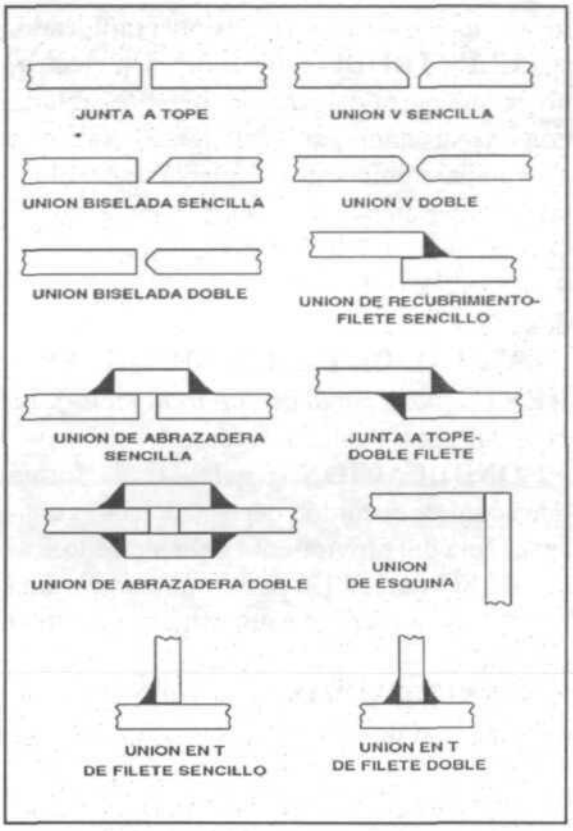


Fig. 38-1. Algunas uniones comunes que se usan en soldadura.

a causa de la resistencia que opone un alambre al flujo de la electricidad. Cuanto mayor sea la corriente que fluye, tanto mayor será la resistencia y más intenso será el calor que se genere.

El calor generado por la soldadura proviene del arco que se forma cuando la electricidad salta, a través de la cámara de aire que existe entre el extremo del electrodo y el metal de base (metal a soldar). La cámara de aire produce una alta resistencia al flujo de la corriente. Esta resistencia produce un intenso calor en el arco, que va desde 6,000 grados hasta una cifra tan alta como 10,000 grados Fahrenheit (de 3,3/6 hasta 5,482 °C).

La corriente de la soldadura pueden proporcionarla bien una máquina de corriente alterna (CA) bien una de corriente directa (CD). La corriente primaria o de entrada es de 220 o de 440 volts. Como este gran voltaje siempre es peligroso, es muy conveniente que usted tome precauciones especiales para que el motor y el armazón estén bien conectados a tierra. El voltaje real que se usa para proporcionar la corriente de soldadura es bajo, pues varía entre 18 y 36 volts. Por otra parte, se requiere un alto amperaje a fin de proporcionar el calor necesario para soldar. Sin embargo, el bajo voltaje y el alto amperaje para soldar no son particularmente peligrosos si existe una conveniente conexión a tierra y se cuenta con el aislamiento adecuado. No les tenga miedo al voltaje o al amperaje. Bastará que los maneje con cuidado para evitar cualquier accidente eléctrico.

Cuando se forma el arco en el extremo del electrodo, este arco eléctrico produce suficiente calor para fundir tanto el electrodo como el metal de base. El metal de base es el metal que usted va a soldar. El metal líquido del electrodo pasa a través del arco hasta llegar al metal de base, para producir un charco de metal fundido. Esto se conoce como una mezcla de soldadura. Le mostraremos a usted una mezcla fundida de soldadura en la Figura 38-2.

El "proceso SMAW" (que son las siglas en inglés de la soldadura por arco metálico de escudo, *Shicld Metal Are Welding),* base

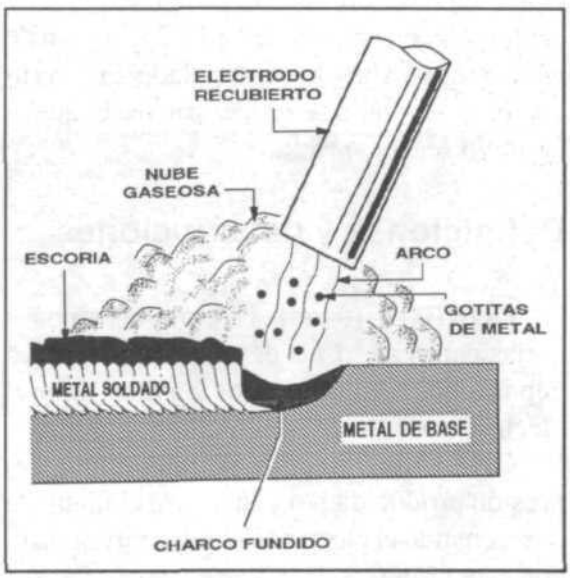


Fig. 38-2. Este charco de metal fundido se conoce como mezcla de soldadura.

de este método de soldadura, es el más común de los procesos para soldar. Su costo es bajo y puede transportarse con facilidad. El proceso SMAW se emplea comúnmente para soldar tanto metales ferrosos (que contienen hierro) como no ferrosos (que no contienen hierro). Entre éstos están incluidos el aluminio y el latón. Este procedimiento tiene un gran número de aplicaciones en la producción de una amplia variedad de productos metálicos.

En la industria naval puede encontrarse un gran número de aplicaciones a la soldadura por arco. También se usa en la soldadura de vigas, columnas, edificios y puentes. La soldadura por arco metálico de escudo, se utiliza en forma generalizada en la reparación y mantenimiento de cosas tales como locomotoras, máquinas agrícolas, automóviles y maquinaria en general.

La mayor parte de la soldadura por arco metálico de escudo se realiza manualmente. El operador establece las condiciones en que se aplicará la soldadura y luego mueve el electrodo sobre la pieza de trabajo. Sin embargo, un porcentaje limitado de los procesos de soldadura por arco se realiza por medio de equipo automático. Esto es especialmente cierto cuando se tiene que realizar gran cantidad de soldaduras. En el caso del equipo automático, el electrodo se monta en un soporte móvil que se desliza sobre la pieza de trabajo. O bien, el soporte está fijo y la pieza de trabajo se mueve debajo del electrodo. Con el equipo automático, la corriente, la velocidad y la longitud del recorrido del arco se determinan completamente de antemano y funcionan en forma automática, mediante la ayuda de computadoras.

Seguridad, primero y ante todo

Los soldadores trabajan en casi cualquier ambiente. Pueden realizar soldaduras ligeras o pesadas, bajo techo o inclusive al aire libre, en lugares espaciosos o angostos. Los soldadores pueden trabajar, y así lo hacen, en posiciones incómodas. A veces tienen que tenderse en el suelo para realizar soldaduras hacia arriba. En fábricas de parrillas, astilleros e industria de la construcción, el trabajo puede ser extremadamente ruidoso. Con frecuencia, los soldadores tienen que trabajar en andamios a gran altura. Algunos lugares de trabajo pueden requerir grandes esfuerzos para levantar, arrastrar y empujar el equipo y los materiales, a fin de colocarlos en su posición correcta.

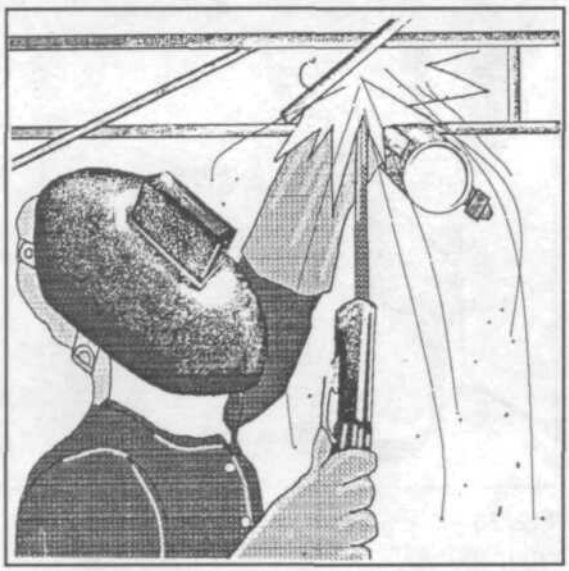


Fig. 38-3. Los soldadores tienen que trabajar frecuentemente en posiciones incómodas.

Los soldadores siempre tienen que estar conscientes de los posibles peligros. Deben tomar precauciones para mantener un medio ambiente de trabajo seguro. Tal parece que la mayoría de los accidentes ocurren por negligencia en los pequeños detalles. La razón de ello es que todos nos damos cuenta de los peligros más obvios. Estos atraen nuestra atención y por lo tanto rara vez ocasionan accidentes. Por alguna razón son los detalles que no notamos los que acaban por causar el accidente.

Entre las lesiones de trabajo se incluyen las quemaduras, incluso las quemaduras so-

lares ocasionadas por los arcos eléctricos. Siempre está presente el peligro de los vapores tóxicos. Algunos materiales se evaporan durante el proceso de soldadura y producen humos venenosos. Existe el riesgo de recibir un choque eléctrico. Estos riesgos pueden evitarse con el uso de ropa protectora del tipo adecuado, mascarillas y anteojos especiales.

Fig. 38-4. Este soldador está debidamente equipado.

En cualquier sitio de trabajo, el soldador siempre toma medidas de precaución para su propia seguridad y para la seguridad de cualquier otra persona que se encuentre en dicha área. Los soldadores que se sienten orgullosos de su trabajo no sólo piensan en su seguridad, sino también en la seguridad de los demás.

Recuerde que los accidentes no se presentan por sí solos: son provocados por los descuidos. Y si no es por la taita de cuidado del propio soldador, es por el descuido de otra persona. Los soldadores profesionales conocen todos los reglamentos de seguridad y jamás se olvidan de observarlos. En el área de trabajo, usan medidas de precaución, dispositivos de seguridad, equipo de protección y todo lo que les sugiera el viejo y simple sentido común.

Lesiones por quemadura

Las quemaduras figuran entre las lesiones más comunes y dolorosas que se pueden presentar en un taller de soldadura. Pueden ser causadas por rayos de luz ultravioleta; o bien, por contacto con el metal soldado que aún esté caliente. Para evitar la posibilidad de infecciones, es muy importante que todas las quemaduras reciban tratamiento médico oportuno.

Las quemaduras se dividen en tres clasificaciones, según su grado de intensidad:

quemaduras de primer grado
quemaduras de segundo grado
quemaduras de tercer grado

Las quemaduras de primer grado son las menos graves. Son de este tipo cuando la superficie de la piel se vuelve rojiza, está muy sensible y duele, como si se tratara de una quemadura causada por el sol. Los primeros auxilios para este tipo de quemadura incluyen la aplicación de una crema o aerosol especial para quemaduras en el área afectada.

Las quemaduras de segundo grado son más profundas y más dolorosas. Se presentan cuando la superficie de la piel ha sido quemada más gravemente. Se forman ampollas y tal vez grietas en la piel. Lo primero que se debe hacer es cubrir la herida para evitar el contacto con el aire. Esto ayuda a aliviar el dolor. Envuelva después la parte lesionada, con una venda húmeda y limpia, y consiga ayuda médica lo más pronto posible.

La quemadura más seria es la de tercer grado. Esta se presenta cuando no sólo la superficie de la piel se quema, sino también los tejidos profundos. El tratamiento de primeros auxilios es el mismo que para las quemaduras de segundo grado. La persona lesionada debe ser llevada corriendo a la sala de urgencias de un hospital, para que la atienda el médico de guardia.

Fig. 38-5. En la industria de la soldadura, jamás deben olvidarse las reglas de seguridad, pues de lo contrario se producen lesiones.

Ciertos tipos de luz también pueden causar quemaduras. Estos tipos son la luz ultravioleta, la infrarroja y la visible. La ultravioleta y la infrarroja también son peligrosas por otra razón: no son luces visibles. Es decir, que no pueden percibirse a simple vista. Una, dos o, inclusive, las tres clases de luz pueden presentarse durante un trabajo de soldadura. La soldadura con arco produce los tres tipos de luz, mientras que la soldadura con gas produce solamente luz visible e infrarroja.

Luz ultravioleta. Las ondas de luz ultravioleta son las más peligrosas. Pueden causar quemaduras de primero y segundo grado a los ojos o a la piel expuesta. Debido a que el soldador no puede ver o sentir la luz ultravioleta cuando se está exponiendo a ella, debe usar ropa protectora para evitar las quemaduras durante los procesos de soldadura con arco. Cuanto más cerca se encuentre el soldador y más fuerte sea la corriente, tanto más rápidamente puede llegar a sufrir una quemadura. La luz ultravioleta está tan intensa durante algunos procesos que los ojos de los soldadores pueden recibir en pocos segundos lo que se llama una "quemadura por destello del arco".

La piel se puede quemar en minutos. La luz ultravioleta puede pasar a través de cualquier prenda de ropa fabricada con tejido abierto, delgada o de color claro. Si el casco del soldador está dañado o en mal estado, no le ofrecerá buena protección contra la luz ultravioleta.

Luz infrarroja. La luz infrarroja es la onda de luz que se siente como a través de calor. Aun cuando la luz infrarroja puede causar quemaduras, éstas se perciben con facilidad y, por lo tanto, pueden evitarse fácilmente.

Luz visible. La luz visible es sencillamente la que nosotros podemos ver. Se produce en diversas calidades y colores durante el proceso de soldar. Demasiada luz visible puede causar ceguera temporal. La iluminación insuficiente puede ocasionar fatiga en los ojos.

Ropa protectora

Sea la luz ultravioleta o materiales calientes los que causen las quemaduras, éstas pueden evitarse usando ropa adecuada y otras prendas de vestir protectoras. Al soldar, siempre habrá chispas, metal y escoria calientes. Debido a que las ropas protectoras especiales no pueden usarse en toda ocasión, elija la ropa de trabajo que le proporcione la mejor protección en general. La ropa 100 por ciento de lana es la mejor elección. Si esto no resulta práctico, la ropa 100 por ciento de algodón es la segunda opción. El algodón es el material más popular.

Tenga cuidado de no usar materiales sintéticos, como nailon, rayón o poliester. Estos materiales se queman fácilmente. Además, al quemarse producen ceniza pegajosa y caliente que se adhiere a la piel, y a veces también gases venenosos.

La ropa del soldador debe impedir tam-

bien el paso de la luz ultravioleta. Un material oscuro, grueso y de tejido cerrado sirve muy bien para este propósito.

Las camisas deben ser de manga larga para proteger los brazos, con un cuello que se abotone hasta arriba para proteger el cuello, y lo bastante largas para guardar el faldón adentro del pantalón. Todos los bolsillos deben tener solapa, de modo que si saltan chispas no se introduzcan dentro de ellos.

Es más conveniente usar botas que zapatos. Las botas deben ser altas y tener puntera de acero. Sus botas deben ser lisas en la parte superior, de modo que las chispas no queden atrapadas en las costuras.

Los pantalones deben ser lo suficientemente largos como para cubrir la parte superior de las botas y no tener dobleces que puedan atrapar chispas.

La gorra tiene que ser lo bastante grande como para brindar protección y lo suficientemente gruesa como para impedir que las chispas le quemen la cabeza al soldador.

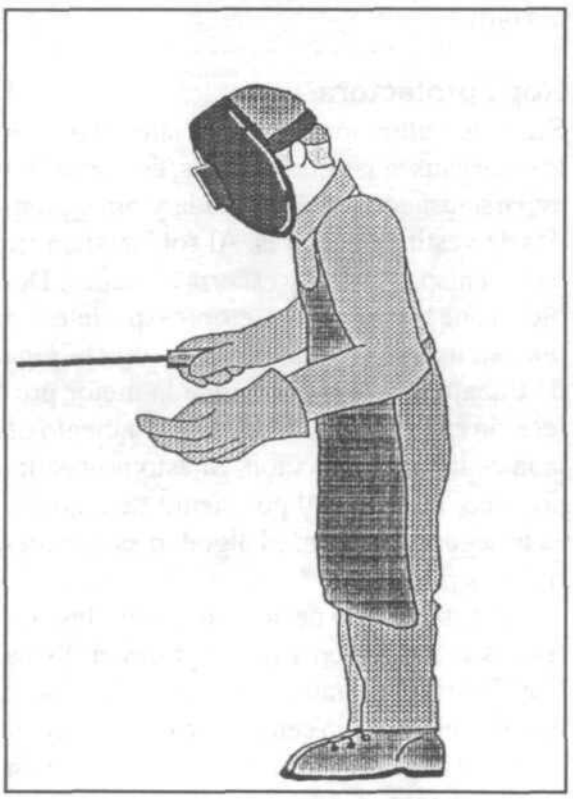


Fig. 38-6. Otro soldador "bien vestido".

Asegúrese de que cualquier otra prenda de vestir que use no esté agujerada ni tenga parches o bordes raídos. La ropa le debe quedar bien ajustada, de modo que no se le formen pliegues o arrugas que puedan atrapar chispas. En otras palabras, cuando vaya usted a realizar un trabajo de soldadura, ¡no se vista como Lawrence de Arabia!

Los encendedores de gas butano o los fósforos pueden incendiarse o explotar cuando se exponen al calor de la soldadura o a cualquier chispa. Por lo tanto, déjelos bien guardados cuando vaya a soldar. Asegúrese de que están colocados a una distancia segura antes de que usted empiece a trabajar. Se trata simplemente de sentido común.

Todos los que están en este oficio usan la ropa más práctica. Además de usar el tipo adecuado de ropa, cualquier persona que tenga contacto directo con materiales calientes requiere protección adicional. El cuero es frecuentemente el mejor material para este propósito. Es ligero, flexible, resiste las quemaduras y es fácil de conseguir. También hay materiales aislantes sintéticos. Los protectores de cuero listos para usarse incluyen gorras, chaquetas, delantales, mangas, guantes, rellenos, protectores para las rodillas e inclusive polainas.

Al aplicar cualquier tipo de soldadura, debe usar guantes de cuero para soldar, que cubran también las muñecas. Con su aislamiento de tela, son lo mejor para trabajar con objetos calientes. Los guantes aislantes ligeros permiten mayor flexibilidad para el trabajo delicado. Algunos guantes de cuero vienen con una parte de lona que cubre la muñeca y sólo deben usarse para trabajo ligero. Cuando necesite usted doblar las manos con facilidad, por ejemplo para soldar con gas tungsteno, puede usar guantes delgados de gamuza. En algunas ocasiones, los guantes de puro algodón sirven para ese propósito.

Durante el proceso de soldar, debe usarse todo el tiempo alguna prenda que proteja el

tronco del cuerpo, por ejemplo una chaqueta de cuero. Estas impiden que las chispas y el calor lleguen a quemar el pecho o los brazos del soldador. Dicha prenda no debe tener ningún agujero. La chaqueta debe ser lo suficientemente holgada como para que no impida los movimientos del soldador.

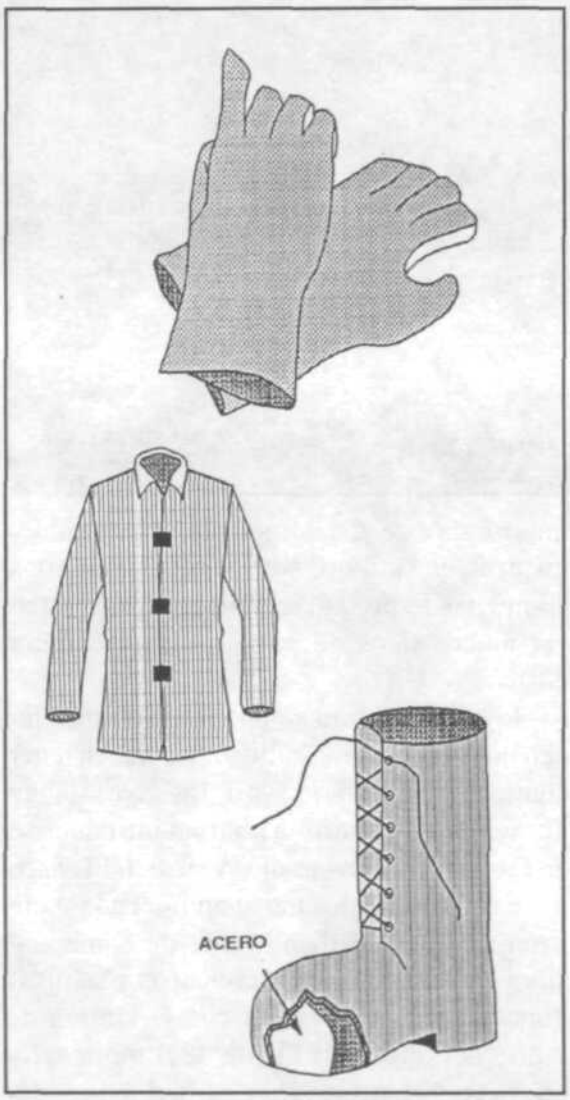


Fig. 38-7. Estas prendas de vestir le proporcionan buena protección a un soldador.

Para aplicar soldadura pesada, o para hacer cortes en los que saltan chispas, es necesario usar protectores de cuero o polainas que protejan las piernas y los pies. Si los protectores completos acaloran demasiado al soldador, puede conseguir un delantal de cuero con perneras. Estas se ajustan a las piernas, dejando descubierta la parte posterior. Las polainas sirven para evitar que las chispas lleguen a provocar quemaduras si pasan a través de los agujeros que sirven para los cordones de las botas. Tal vez el soldador debería usar siempre un buen par de overoles de dril.

Sus ojos

No hace falta decir que cierto tipo de protección para los ojos, como las gafas de seguridad que se muestran en la Figura 38-8, deben usarse siempre en el taller. De lo contrario, su cara y sus ojos pueden lesionarse fácilmente con la luz ultravioleta o con los desechos que saltan. Las gafas de seguridad, con o sin protectores laterales, son adecuadas para uso general. Si está realizando un trabajo de pulido o desbastado pesado; o hacia arriba de algún metal, deberá usar gafas protectoras o una máscara completa. Los anteojos de seguridad son lo mejor para una protección de tipo general. Se usan bajo el casco para soldadura por arco.

Las gafas de seguridad que tienen cristales de color ligeramente oscuro se conocen como anteojos o gafas contra quemaduras por deslumbramiento. Con esto se previene cualquier tipo de quemadura accidental por ese tipo de destellos. Se produce un deslumbramiento de arco cuando el soldador olvida ponerse el casco para ese tipo de soldadura y ve directamente los rayos ultravioleta o infrarrojos. Estos accidentes son graves. Su gravedad depende de cuánto haya durado la exposición.

Con la quemadura por deslumbramiento, el ojo se siente como si estuviera lleno de arena. Cuatro o cinco horas después de la exposición, se presenta una intensa irritación. Si llegara a sufrir una quemadura de este tipo, asegúrese de consultar a un médico. Seguramente no desea arriesgar su vista.

Si por cualquier razón no se consigue atención médica inmediata, hay un remedio

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacío s el término que falla para completar las siguientes afirmaciones.

1. El calor generado por el proceso de soldadura tiene su origen en el arco que se forma cuando la corriente eléctrica brinca a través de la_____que hay entre el electrodo y el metal base.
2. El proceso SMAW es ¡a soldadura por arco metálico de_____.
3. La lesión más común que se sufre durante el proceso de soldadura es la_____.
4. Las quemaduras que se presentan en la soldadura pueden ser causadas por _____, o por contacto con el metal soldado.
5. Para evitar quemaduras mayores durante el proceso de soldadura, se debe evitar el uso de ropas elaboradas con materiales_____.

Respuestas

1. cámara de aire 2. escudo 3. quemadura 4. rayos ultravioleta 5. sintéticos

casero que puede dar consuelo a sus ojos mientras encuentra un médico. Corte una papa cruda a la mitad y deje que escurran unas cuantas gotas del jugo. Póngase en los ojos algunas gotas de este jugo de papa y ciérrelos durante media hora. El jugo de papa tiene propiedades calmantes para las quemaduras de este tipo en los ojos. Sin embargo lo mejor que puede hacer es no arriesgarse a sufrir una quemadura por ese tipo de deslumbramiento. Use las gafas de seguridad.

Sus oídos

Pocas actividades son tan ruidosas como la soldadura de metal. A veces, el nivel del ruido es tan alto que causa dolor y cierta pérdida de la audición, si los oídos del soldador no están protegidos. Además, las chispas que saltan pueden introducirse en el oído descubierto, causando graves quemaduras.

Usted puede proteger sus oídos de dos maneras: con orejeras que cubren por completo la parte exterior de la oreja o con tapones para el oído, que se introducen en el canal interior de éste. Cualquiera de estos productos protege su oído, pero sólo las cubiertas completas le protegen la oreja. Puede usted ver ambos tipos de protector en la Figura 38-8.

Los cascos para soldadura con arco tienen que ser de buena calidad. No deben tener cuarteaduras. De no ser así, los rayos de luz ultravioleta o infrarroja podrían introducirse en el casco y dañar sus ojos y su piel. El casco tiene un cubrelentes transparente en la parte exterior. Este se llama lente de sombra y sirve para impedir que las chispas y salpicaduras entren en contacto con la lámina de vidrio del interior. El lente de sombra evita que los rayos infrarrojos o ultravioleta penetren en el capuchón. El lente de sombra debe ser del número 10,11 o 12, según el amperaje de los electrodos de soldadura que vaya usted a usar. Si su lente de sombra está cuarteado, debe reemplazarlo inmediatamente. Esa cuarteadura permitiría también que los rayos infrarrojos o ultravioleta penetraran en el casco. El casco de soldador debe ser de buena

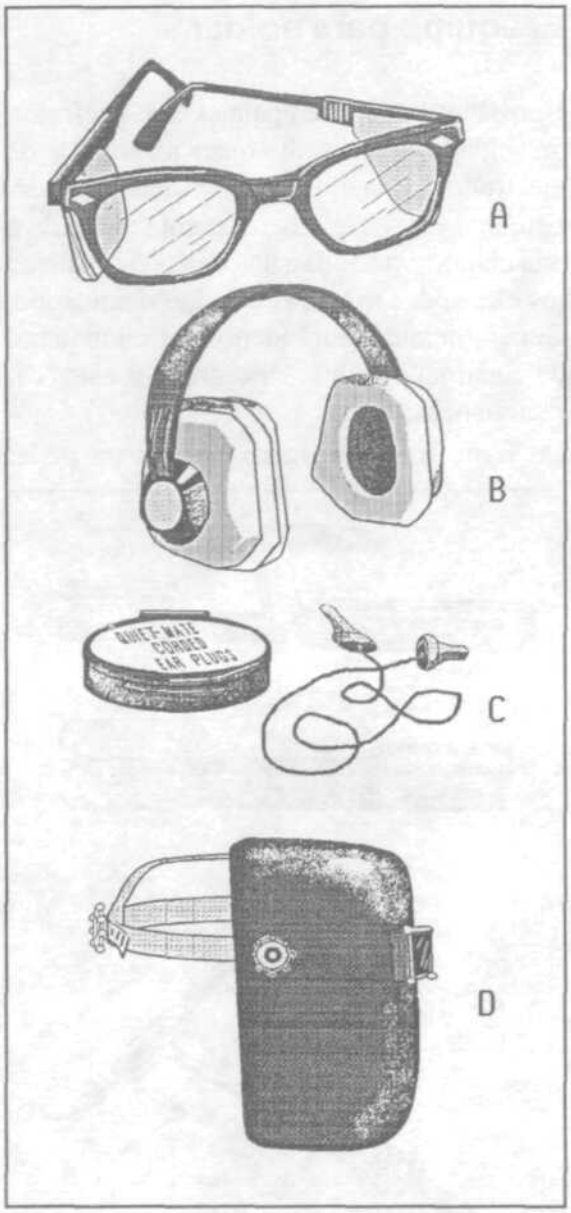


Fig. 38-8. Equipo de protección. Anteojos de segundad con protectores laterales *(A).* Orejeras *(B).* Tapones para los oídos (C). Casco de seguridad para soldadura con arco (D).

calidad y estar bien ajustado. El casco se ilustra en la Figura 38-8.

Sus pulmones

Todo tipo de soldadura produce humos. Algunos de estos vapores pueden ser dañinos para usted si el área de trabajo no está bien ventilada. Todos los humos se deben extraer antes de que asciendan hasta el nivel de la

Fig. 38-9. En caso de emergencia, mientras se localiza un médico, unas cuantas gotas de jugo de papa cruda pueden aliviar verdaderamente las quemaduras en los ojos provocadas por chispas.

cara del soldador cuando se inclina para soldar. Si la ventilación no logra extraer los vapores, debe proporcionarse un respirador a cada soldador que se encuentre en ese lugar cerrado.

Siempre se requiere ventilación forzada a través de un ventilador cuando se va a soldar con metales que contienen zinc, plomo, berilio, cadmio, mercurio, cobre y otros materiales que producen humos peligrosos. La ventilación forzada de una habitación de-

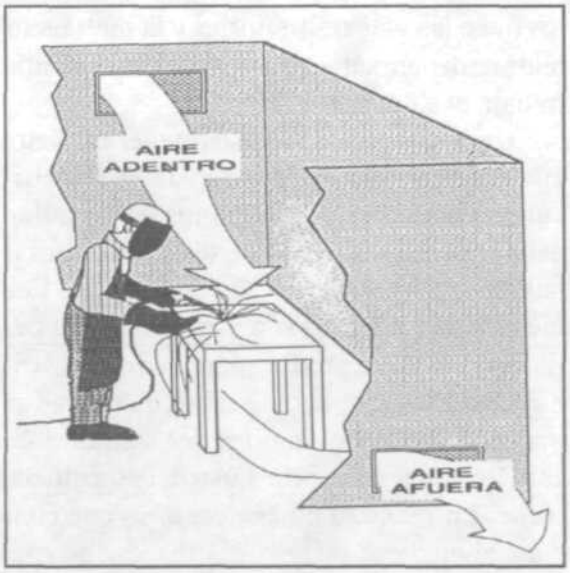


Fig. 38-10. Ventilación forzada, diseñada para dispersar vapores tóxicos.

be ser de aproximadamente 2,000 pies cúbicos para cada soldador. Sin embargo, ésta no se requiere cuando la habitación tiene cuando menos 10,000 pies o cuando la altura del techo es de 16 pies como mínimo (4.9 m). Una cabina para soldar o cualquier local acondicionado con ese fin, que tenga dos o más lados y un techo, debe tener un flujo de aire de 100 pies lineales por lo menos. El extractor por absorción móvil debe tener una velocidad de 100 pies lineales.

Se requiere ventilación adicional para la aplicación de soldadura de latón, debido a que las barras de este material contienen zinc. Al soldar y hacer cortes en metales galvanizados, se desprenden óxidos de zinc que deben extraerse. La soldadura y corte de metales pintados pueden liberar óxidos de plomo, porque muchas pinturas, especialmente los imprimadores, contienen plomo. El cadmio, que es dañino, es una aleación que se encuentra en algunos tipos de soldadura. En la soldadura de plata-cadmio el contenido puede ser hasta del 95 por ciento. Por consiguiente, evite siempre los humos de cadmio.

Los vapores de un elemento como el flúor, que se usa en muchos fundentes para soldadura de latón y otras soldaduras, irritan los ojos, las vías respiratorias y la piel. Estos humos deben ser extraídos del área donde trabaja el soldador.

Un hecho que debe usted tener presente cuando esté soldando estos metales en particular es que el flujo y los humos se acumulan debajo de su capuchón. Esto puede causar náusea, vómito e irritación de los ojos. Los metales galvanizados son particularmente peligrosos, porque producen un veneno galvánico, un humo blanco de sabor dulce que se introduce en los pulmones del soldador. Si esto llegara a sucederle a usted, beba mucha leche. En realidad no es necesario que consulte al médico.

El equipo para soldar

Uno de los tactores esenciales en la profesión de soldador consiste en tener un soporte de electrodos (maneral) que esté bien diseñado. Este maneral es una herramienta parecida a una mano, conectada a un cable, que sostiene los electrodos mientras usted está soldando. Generalmente, podrá identificar un maneral de electrodos bien balanceado por estas características:

Es lo bastante ligero como para poder

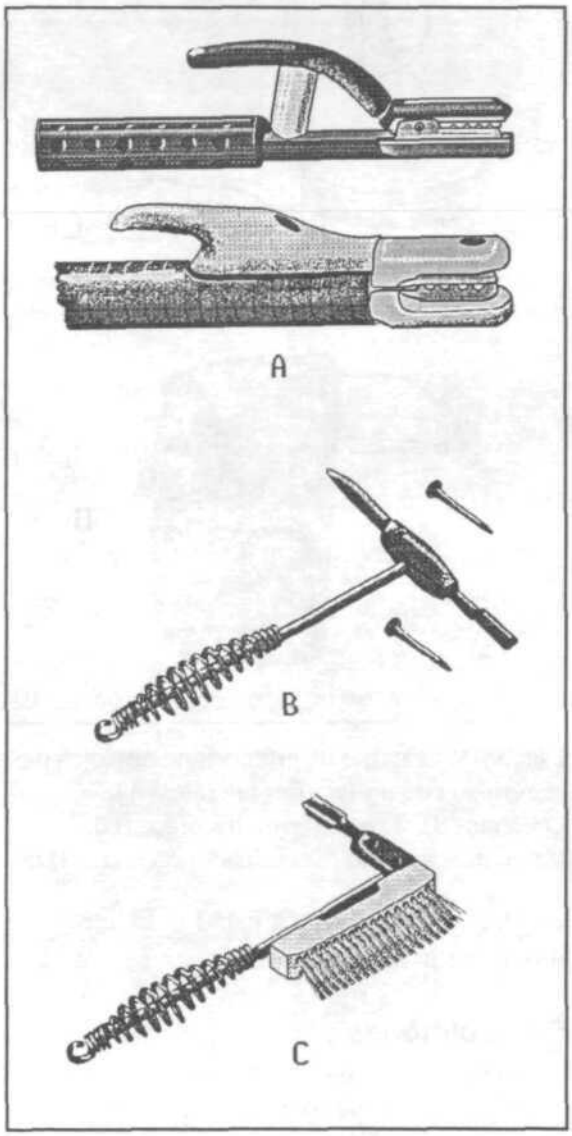


Fig. 38-11. Sujetadores de electrodos *(A).* Martillos para cincelar *(B).* Cepillos de alambre (C)

manejarlo manualmente con facilidad.

No se calienta con demasiada rapidez.

Está bien equilibrado.

Recibe y suelta fácilmente el electrodo para soldar.

Todas sus superficies expuestas, incluidas las mordazas, están protegidas con material aislante.

Las mordazas de algunos manerales no están aisladas. Nunca deje sobre el banco de trabajo un maneral funcionando, si no tiene debidamente aisladas las mordazas. Esto puede causar un fogonazo del arco. Ya hemos señalado los peligros de estos destellos del arco.

Para aplicar una soldadura correcta y resistente, la superficie del metal debe estar libre de cualquier material extraño, como herrumbre, aceite o pintura. Limpie la superficie con un cepillo de alambre. Después de que se deposita un cordón sobre el metal, la escoria que cubre la soldadura debe quitarse con un martillo de cincelar.

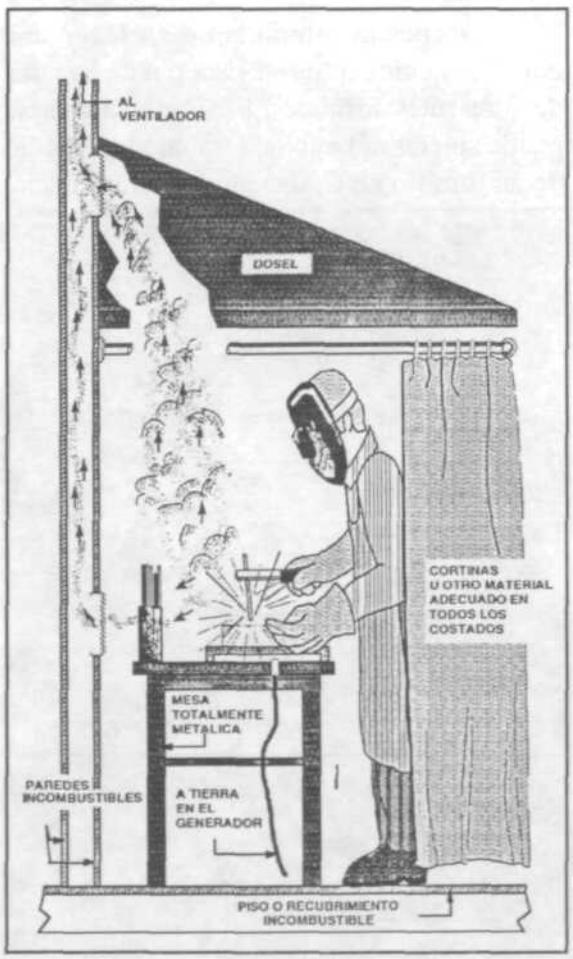


Fig. 38-12. Esta cabina para soldadura tiene todas las características de seguridad que un soldador profesional necesita.

A la operación de cincelar le sigue otra limpieza con el cepillo de alambre. Es importante quitar por completo la escoria, especialmente cuando se deben realizar varias pasadas de soldadura sobre una junta. Si no se hace así, se formarán agujeros por el gas atrapado en el cordón. Esto hace que el cordón se vuelva poroso. Esos hoyos debilitan la soldadura.

Si hay otras personas en los alrededores cuando va usted a soldar, encierre su operación de soldadura dentro de una mampara para proteger de los rayos ultravioleta a quienes estén cerca. Esas mamparas pueden fabricarse fácilmente, con lona gruesa resistente al fuego pintada de color negro ultravioleta o con pintura protectora gris. Si tiene usted un lugar permanente para soldar, una cabina, como la que se muestra en la Figura 38-12, le puede proporcionar un área de trabajo segura.

Los electrodos que se usan en la soldadura por arco producen gran cantidad de humos y vapores. Si el lugar está debidamente ventilado, estos vapores se mantendrán en un nivel seguro dentro del área de soldadura. Si no hay suficiente circulación de aire en la habitación, no debe usted soldar por ningún motivo. Debería haber un ventilador o cualquier otro medio eficaz para permitir la circulación de aire fresco. Como se muestra en la Figura 38-12, las cabinas para soldar deben estar equipadas con una campana fabricada con lámina de metal, montada directamente encima de la mesa de trabajo para soldadura, y con un ventilador de succión que extraiga los humos y los vapores.

Los cables y las abrazaderas de contacto a tierra llevan de ida y vuelta la corriente necesaria para trabajar. Un cable va desde la

soldadora hasta el sitio donde se encuentra la pieza a soldar, y el otro se conecta al banco de trabajo. El cable conectado al banco de trabajo se llama abrazadera de tierra. Así, pues, cuando la máquina de soldar se enciende y el electrodo colocado en el maneral se pone en contacto con el material a soldar, se cierra el circuito. Esto permite que fluya la electricidad. Es importante usar un electrodo que tenga el diámetro correcto especificado para la máquina.

Si el cable tiene un calibre demasiado pequeño para la corriente, se sobrecalienta y se pierde mucha energía. Por consiguiente, se necesita un cable más grueso para poder conducir el voltaje requerido a cualquier distancia que se encuentre la máquina. De lo contrario, habrá una gran caída de voltaje. Incluso cuando use cables de mayor diámetro, tenga cuidado de no exceder la longitud recomendada, puesto que la caída del voltaje disminuye la eficiencia de la máquina.

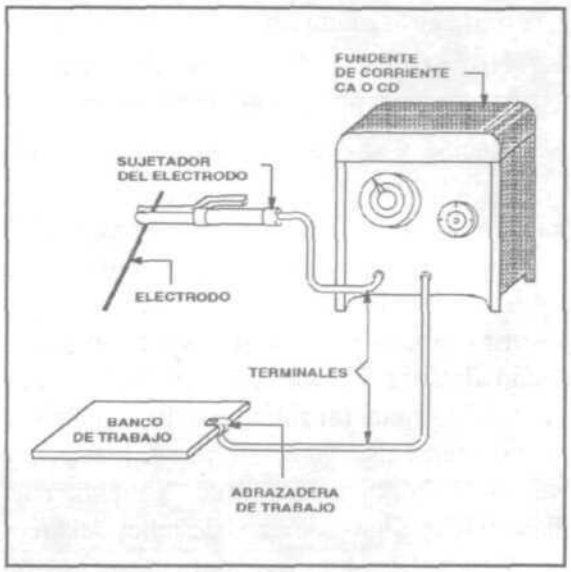


Fig. 38-13. Buenas conexiones.

Otra cuestión importante es tener una buena conexión a tierra. Esta puede hacerse de diferentes formas. El cable de tierra se puede sujetar al banco de trabajo por medio de un tornillo en C, una abrazadera especial

Ejercicio de **Autoevaluación**

Excoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las lineas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Equipo de seguridad que se usa para proteger los ojos. _____
2. Dispositivo de seguridad que se emplea para proteger la cara, la cabeza y las orejas. _____
3. Dispositivo del equipo para soldar que sirve para sujetar al electrodo. _____
4. Elemento que se coloca en el maneral y al ponerse en contacto con el material de base se funde. _____
5. Para soldar eléctricamente, un cable va al maneral y el otro va conectado a _____

a. careta
b. maneral
c. tierra
d. gafas contra quemaduras por deslumbramiento
e. electrodo

Respuestas

1. d 2. a 3. b 4. e 5. c

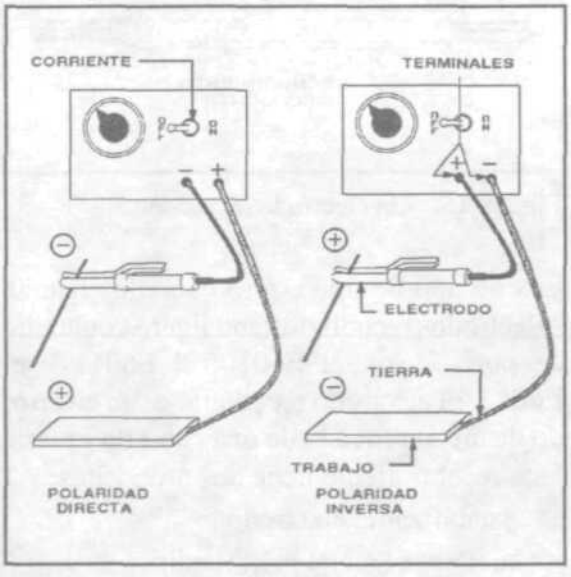
de conexión a tierra, atornillando o soldando una terminal al extremo del cable que va al banco. La conexión del cable debe quedar firme, ya que las conexiones flojas pueden causar un sobrecalentamiento del cable o de la tierra. Una conexión floja puede hacer incluso que se forme un arco eléctrico en el punto de contacto.

Los cables para soldar se conectan al maneral del electrodo y a la abrazadera de tierra. Los otros extremos de dichos cables se conectan a la fuente de energía eléctrica de la máquina de soldar.

Los cables para soldar se fabrican en diferentes tamaños. Todos ellos deben mantenerse en buen estado. Los cables están hechos de delgados alambres de cobre, unidos todos en una cubierta de hule.

Polaridad directa y polaridad inversa

En una máquina soldadora de CD (corriente directa), la corriente siempre fluye en una sola dirección. Un cable para soldar es positivo (+) y el otro es negativo (-). La palabra polaridad se emplea para indicar cuál de los cables para soldar es positivo y cuál es negativo.



Fíg. 38-14. Polaridad directa y polaridad inversa.

Cuando la soldadura se realiza con polaridad directa o PDCD (polaridad directa y corriente directa), el cable para soldar es negativo (-) y el cable de tierra es positivo (+).

Recuerde que para la PDCD: el electrodo es negativo y la tierra es positiva. Cuando se suelda con polaridad inversa o PICD (polaridad invertida y corriente directa), el cable para soldar es positivo (+) y el cable de tierra es negativo (-). La polaridad inversa de CD consiste, pues, en que el cable para soldar es positivo y el cable de tierra es negativo. Consulte la Figura 38-14.

Electrodos

Los especialistas del ramo se refieren con frecuencia a la soldadura por arco metálico de escudo por el nombre de soldadura con varilla. Para la fabricación y reparación de elementos de metal, este método se ha convertido en uno de los procesos de soldadura más ampliamente usados. Su popularidad es el resultado del desarrollo de electrodos recubiertos de material fundente. Con estos electrodos recubiertos pueden aplicarse soldaduras que son aún más resistentes que el metal que se está soldando. Los principales fabricantes de suministros para el soldador siempre están desarrollando nuevos electrodos para soldar y mejorando los ya existentes.

Dos instituciones importantes que han realizado en Estados Unidos mucha investigación y desarrollo del tema son la Sociedad Americana de Soldadura (American Welding Society), y la Sociedad Americana para Ensayo de Materiales (American Society for Testing Materials). Estas asociaciones siempre están mejorando las especificaciones y los métodos para clasificar los electrodos y las varillas de aporte, para que el operador pueda seleccionar sin dificultad el mejor electrodo para un trabajo en particular.

Los electrodos se diseñan para satisfacer las necesidades de cada aplicación de solda-

dura. No es nuestro propósito discutir cada uno de los tipos de electrodos que se usan en el proceso de soldar. Por ahora estamos interesados en los electrodos de acero que se utilizan para trabajos prácticos. Se les conoce como electrodos de uso general. Ellos constituyen cerca del 80 por ciento del total que se usa en la industria.

Muchos soldadores pasan años como obreros capacitados y, sin embargo, jamás han tenido oportunidad de usar otro tipo de electrodos que no sean los de acero con bajo contenido de carbono. Por supuesto, al soldador le corresponde la tarea de depositar las soldaduras de mayor resistencia y mejor apariencia que un electrodo sea capaz de producir. Aprenda usted a reconocer las buenas y las malas soldaduras y a comprender en qué consiste que una soldadura sea buena o mala. Entonces, cuando ya esté muy familiarizado con los electrodos que se mencionan en esta lección, averigüe qué otros tipos de electrodos existen. Esto lo puede usted hacer consultando los catálogos, proveedores de electrodos y materiales que ha puesto a su disposición la Sociedad Americana de Soldadura a nivel mundial. Tal vez desee examinar los que se usan con acero de gran resistencia a la tracción, aleaciones de acero, metales no ferrosos y materiales de revestimiento.

La selección de su electrodo

Generalmente, depende del soldador seleccionar el electrodo más adecuado para el trabajo que vaya a realizar. Esta es una de las decisiones más importantes que puede tomar un soldador. Si elige el electrodo inadecuado, el trabajo no se hará en la forma debida. Estas son algunas cosas que debe considerar en su decisión:

Tipo de electrodo: ¿cuál es el mejor?

Tipo de corriente que se debe usar: ¿debe ser PICD o PDCD? ¿y si mejor hiciera una soldadura con CA?

El rango de energía de la máquina para soldar: ¿cuánto amperaje debo usar para fundir mi electrodo?

Tipo de metal: si estoy trabajando con hierro fundido, ¿qué tipo de varilla debo usar?

Posición para soldar: ¿tiene que realizarse la soldadura en posición plana o en posición hacia arriba?

Hay muchas cosas que debe considerar. Sin embargo, no se preocupe. Existen muchos cuadros y libros sobre soldadura que le ayudarán a seleccionar el electrodo correcto. De hecho, nosotros le mostraremos más adelante un cuadro comparativo en esta misma lección.

La Sociedad Americana de Soldadura define un electrodo de soldadura por arco como un metal de aporte para la soldadura que viene en forma de una varilla, o metal, ya sea desnudo o recubierto, y a través del cual es conducida la corriente eléctrica entre el electrodo y el arco.

Observe que esta definición hace referencia a electrodos desnudos y recubiertos.

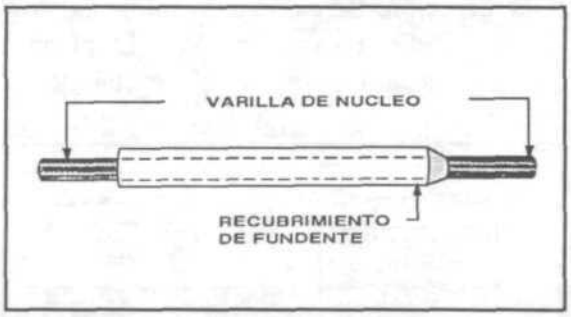


Fig. 38-15. Un electrodo recubierto.

Los de tipo desnudo, o lo que ellos llaman "electrodos recubiertos con ligero contenido de polvo", son el E6010, el E6011 y el E6012. El electrodo recubierto es un electrodo de metal provisto de una cubierta gruesa. Este recubrimiento tiene dos propósitos:

estabilizar el electrodo

mejorar el metal para fundir

Estos son los electrodos de bajo contenido de hidrógeno y polvo de hierro, como el

E7018, el E7014 y el E7024.

No hace muchos años que los electrodos desnudos se usaban exclusivamente en soldadura por arco. Sin embargo, las soldaduras no tenían muy buena apariencia. Tenían baja resistencia a la tracción, poca ductilidad (capacidad para ser moldeados) y baja resistencia a la fatiga y al impacto. Los defectos eran causados por la evaporación de ciertos elementos importantes del metal de soldadura, y por la presencia de óxidos y nitritos. Esto ocasionaba la contaminación de la soldadura por causa del aire. Con la introducción comercial de los electrodos para soldadura por arco metálico de escudo, la soldadura con arco eléctrico alcanzó la importancia que tiene actualmente como proceso metalúrgico.

El uso de electrodos para arco metálico de escudo permitió superar las diferencias de los electrodos desnudos, pues el recubrimiento de la varilla de núcleo protege contra el efecto de la atmósfera tanto en el metal del arco como en el metal fundente, durante todas las fases del proceso de soldadura. El material que recubre los electrodos produce un efecto automático de limpieza y acción desoxidante en el cráter de soldadura. Proporcionando una atmósfera protectora y un manto de escoria fundida del metal de soldadura, el recubrimiento impide el paso de gases dañinos como el oxígeno y el nitrógeno. El grado de protección que brinda la escoria contra los gases depende del tipo de recubrimiento empleado. Además del efecto protector, la escoria desempeña las siguientes funciones:

- Actúa como un basurero, eliminando óxidos e impurezas.
- Retarda el índice de congelamiento del metal fundido.
- Disminuye el índice de enfriamiento para endurecer el metal.
- Controla la forma y apariencia de los depósitos.

El recubrimiento facilita el encendido o formación del arco eléctrico cuando va usted

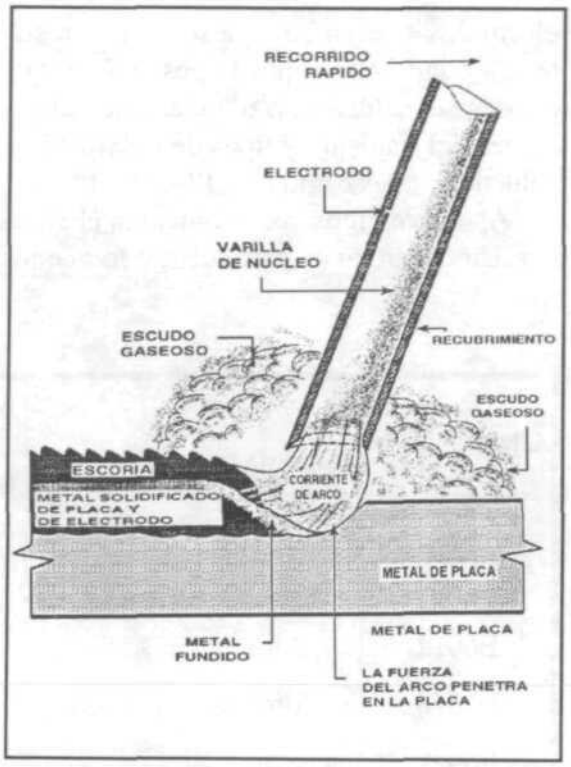


Fig. 38-16. Corte transversal del funcionamiento del arco, el escudo gaseoso y el flujo de metal cuando se suelda con electrodos recubiertos.

a soldar. Hace más fácil mantener un arco eléctrico estable durante toda la operación. También aisla al electrodo de la varilla de núcleo. Los electrodos de arco metálico de escudo tienen menos tendencia a congelarse en el metal de base que los electrones desnudos. También presentan una mayor variación en la longitud del arco. Un mejor control del arco permite el uso de corrientes eléctricas más altas y de electrodos más grandes.

Clasificación AWS

Como antes dijimos, AWS son las siglas de la American Welding Society. La AWS es una organización nacional de los Estados Unidos de América que ayuda a seleccionar ciertas reglas que deben observarse en las operaciones de soldadura. Una de esas reglas consiste en identificar los electrodos mediante determinados números y letras. Esto es sumamente sencillo. En el sistema AWS, los

electrodos se clasifican ya sea por su resistencia a la tracción, por la posición en que pueden ser soldados, o por ciertas codificaciones del fundente y tipos de polaridad de soldadura, tales como CA, PDCD o PICD.

Ahora veremos cómo funciona el sistema. Un electrodo en particular, o lo que los soldadores llaman una varilla para soldar de uso general, es un electrodo E6012.

El primer elemento de identificación es una "E". La E corresponde a electrodo. A continuación, el "60" significa la resistencia a la tracción. Sin embargo, nosotros añadimos tres ceros más para que represente

Clasificación AWS	Tipo de recubrimiento	Puede producir soldaduras satisfactorias en las posiciones mostradas*	Tipo de corriente
E6010	Alto sodio celulosa	P, V, HA,H	CD, polaridad inversa
E6011	Alto potasio celulosa	P, V, HA, H	CA o CD, polaridad inversa
E6012	Alto titanio sodio	P, V. HA, H	CA o CD, polaridad directa
E6013	Alto titanio potasio	P, V, HA, H	CA o CD, cualquier polaridad
E6020		H-En ángulo	CA o CD, polaridad directa
E6022	Alto óxido de hierro	P	CA o CD, cualquier polaridad
E6027	Alto óxido de hierro	H-En ángulo, P	CA o CD, polaridad directa
Electrodos de la serie E70			
E7014	Polvo de hierro, titanio	P, V, HA, H	CA o CD, cualquier polaridad
E7015	Bajo hidrógeno sodio	P, V, HA, H	CD, polaridad inversa
E7016	Bajo hidrógeno potasio	P, V, HA, H	CA o CD, polaridad inversa
E7018	Bajo hidrógeno potasio, polvo de hierro	P, V, HA, H	CA o CD, polaridad inversa
E7024	Polvo de hierro, titanio	H-En ángulo	CA o CD, cualquier polaridad
E7027	Alto óxido de hierro, polvo de hierro	H-En ángulo	CA o CD, polaridad directa
E7028	Bajo hidrógeno potasio, polvo de hierro	H-En ángulo, P	CA o CD, polaridad inversa
E7048	Bajo hidrógeno potasio, polvo de hierro	P, HA, H, V'abajo	CA o CD, polaridad inversa

*Las abreviaturas P, V, V-abajo, HA, H y H-En ángulo indican las posiciones de soldadura en la siguiente forma:

P= plano H = Horizontal

Fig. 38-17. Guía de bolsillo del soldador.

60,000 libras por pulgada cuadrada de resistencia a la tensión o psi. Esta es la manera como un soldador mide la resistencia de algo antes de que se rompa. Si el electrodo hubiera sido un EVO, entonces el 70 representaría 70,000 libras de resistencia (psi).

La resistencia a la tracción es una prueba que se hace al metal. En esta prueba, se tira de una pieza de metal soldado hasta que se rompe; entonces, se mide cuánta fuerza de tracción (psi) se requirió para romperla.

El siguiente identificador es "1", que simboliza una posición para soldar. Las posiciones para soldar se dividen en estos tres grupos:

- La soldadura en todas las posiciones, tales como vertical, horizontal y hacia arriba
- La soldadura en posición plana y horizontal
- La soldadura únicamente en posición plana

Por consiguiente, si tiene usted un electrodo E7024, sabe que la E simboliza electrodo, el 70 significa 70,000 libras de resistencia a la tracción y el 2 representa posiciones plana y horizontal. Por lo tanto, hasta ahora todo va bien.

Veamos ahora el identificador. Esto simboliza el tipo de codificación del fundente y la polaridad con que se debe soldar. Existen muchos tipos de códigos de electrodos y polaridades, por lo cual los soldadores usan un cuadro o guía de bolsillo para soldar. Consulte la Figura 38-17.

Esta es la forma en que se usa el cuadro. Encuentre un electrodo "E6011". Ahora vea a través de la parte superior del cuadro cuál es el tipo de recubrimiento. Este es el fundente usado en el electrodo. Dice que tiene un contenido alto de celulosa de potasio. Ahora localice las posiciones que allí se muestran. Vemos que dice P, V, HA, H (esto significa en posición plana, vertical, hacia arriba y horizontal). Ahora veamos lo que corresponde al tipo de corriente. Dice CA o CD, polaridad inversa. ¿Significa esto que puede usted soldar con polaridad directa de CA? No, puesto que esto no aparece en el cuadro de polaridad.

Tamaños de electrodo

Se consiguen en el mercado electrodos de muchos tamaños. El rango de tamaños va desde un diámetro de 1/16 de pulgada (0.15 cm) hasta 3/8 de pulgada (0.95 cm). Esto indica cuál es su grosor. Además, la longitud del electrodo dependerá de cuál sea dicho grueso. Un electrodo cuyo diámetro sea de 1/16 (0.15 cm) a 3/32 de pulgada (0.23 cm), tendrá una longitud de 12 pulgadas (30 cm). Si es de 1/8 (0.32 cm) a 3/16 de pulgada (0.47 cm) el largo será de 14 pulgadas (35.5 cm). Los electrodos de 1/4 de pulgada (0.63 cm) y más grandes tendrán una longitud de 18 pulgadas (45.7 cm).

Seleccionar el tamaño conveniente del electrodo para realizar un trabajo es tan importante como escoger la clasificación adecuada de aquel. Los siguientes puntos deberán ser tomados en cuenta:

- diseño de la junta a soldar
- espesor del material
- espesor de la capa de soldadura
- posición real para hacer la soldadura
- cantidad de corriente
- pericia del operador

Diseño de la junta. ¿Tiene la junta una separación grande o las piezas encajan bien, dejando solamente una abertura pequeña entre ellas?

Espesor del material. Resulta obvio que un electrodo de gran tamaño se puede usar para alcanzar el espesor a medida que el material va aumentando.

Espesor de la capa de soldadura. El espesor del material que va a ser soldado y la posición en que se hará la soldadura son factores que influyen en este punto. Se puede depositar más material en posición plana y en la posición horizontal que en las posiciones vertical o hacia arriba.

Posición real para hacer la soldadura. Se usa un electrodo más grande en las posiciones plana y horizontal, y un electrodo más pequeño en las posiciones vertical y hacia arriba.

Cantidad de corriente. Mientras más corriente eléctrica se use para soldar, mayor será el tamaño del electrodo.

Pericia del operador. Algunos soldadores llegan a ser tan expertos que pueden usar un electrodo grande para soldar en posición vertical y hacia arriba.

Todos los electrodos están diseñados para soldaduras de pasos múltiples. Podemos soldar dos o tres cordones, unos sobre otros. Como puede usted ver, actualmente se utilizan muchos tipos de electrodos. Cada uno se usa específicamente para cierto tipo de trabajo. Tenemos los que hemos llamado electrodos del grupo general. Estos son básicamente los electrodos E6010, E6011, E6013, E7018, E7024 y E7014. Están diseñados pa-

Ejercicio de **Autoevaluación**

Escriba en la columna de la derecha, y encima de la línea que corresponda, la letra que a la izquierda identifica la respuesta correcta.

1. Cuando la soldadura se realiza con polaridad directa, el cable para soldar _____
   a. Es (-) y el de tierra es (+)
   b. Es (+) y el de tierra es (-)
2. La asociación internacional que regula el proceso de soldadura eléctrica es _____
   a. ASTM
   b. AWS
3. En el sistema AWS los electrodos se clasifican por _____
   a. su resistencia a la tracción
   b. por su temperatura de trabajo
4. En un electrodo de clasificación E7024, la E significa electrodo, el 70 significa 70,000 libras de resistencia, y 2 representa _____
   a. el tipo de cubierta que posee
   b. la posición para soldar
5. Mientras más corriente eléctrica se use para soldar el electrodo deberá ser de _____
   a. mayor tamaño
   b. menor tamaño

Respuestas

1. a, 2. b, 3. a, 4. b, 5. a

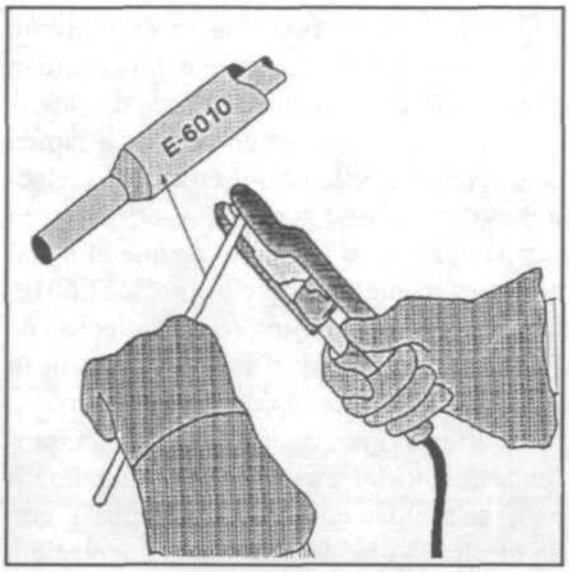


Fig. 38-18. El electrodo de la serie E60 es su mejor opción para uso general en el trabajo diario.

ra soldar en la mayoría de las posiciones. Estos electrodos pueden ser usados para casi todos los tipos de acero dulce de uso general, como los aceros de tipo estructural bajos en contenido de carbono. En otras palabras, estos electrodos se usan diariamente en el taller.

Ahora contamos con electrodos que están especificados para revestimientos duros de acero rico en carbono. Sin embargo, estos electrodos son mucho más costosos. Además, su uso requiere técnicas de soldadura diferentes.

Codificación de fundentes

El tipo de codificación de fundentes afecta la longitud del arco y el voltaje empleado para soldar, así como la posición en la cual se pueden usar los electrodos. Su composición es muy importante. El recubrimiento debe tener un punto de fusión más bajo que el de la varilla de núcleo y el del metal de base. La escoria también debe ser capaz de solidificarse con rapidez, cuando se usa el electrodo para soldadura vertical o hacia arriba.

Estas son funciones esenciales para asegurar la formación de un lado soldado con las propiedades físicas y químicas requeridas para el trabajo. Las clasificaciones del código revelan las diferencias entre los electrodos. Generalmente, las varillas del núcleo son del mismo tipo de acero. Los materiales usados en el recubrimiento de los electrodos para soldadura por arco se clasifican según su propósito:

- fundentes
- oxidantes
- ingredientes de la escoria
- ingredientes de la aleación
- reductores de gases
- aglutinantes
- estabilizadores del arco
- gases de escudo

Los silicatos de sodio y potasio son usados universalmente como aglutinantes. Algunos son adhesivos. Algunas gomas orgánicas tienen también un uso limitado a esta finalidad. Las aleaciones estériles y los metales puros sirven como oxidantes. En otras palabras, extraen el oxígeno de la soldadura y otros ingredientes de la aleación.

Los metales alcalinotérreos son los mejores estabilizadores del arco. El aserrín, la pulpa de madera, la celulosa refinada, el algodón, el almidón, el azúcar y otros materiales orgánicos proporcionan el escudo para reducir los gases. Los ingredientes de los fundentes y la escoria son el aluminio, la arcilla, el mineral de hierro, la cal, el manganeso, el asbesto, la mica y muchos otros, además de algunos materiales fabricados por el hombre, como potasio titanio y dióxido de potasio.

La mejor polaridad eléctrica para aplicaciones de CD se determina según sea el recubrimiento. Algunos recubrimientos funcionan mejor con polaridad directa o electronegativa. Otros funcionan mejor con polaridad inversa o electropositiva. Algunos recubrimientos tienen ventajas que los hacen mejores para ciertas aplicaciones.

También se han desarrollado recubrimientos que funcionan igualmente bien con cualquier polaridad. Se les conoce como recubrimientos de clasificación general. Funcionan bien con corriente CA.

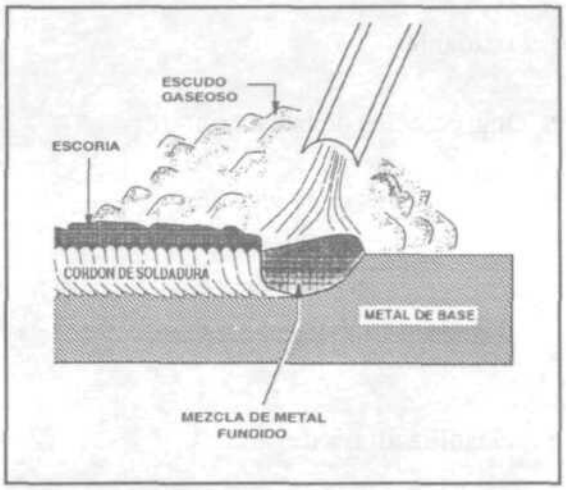


Fig. 38-19. Mezcla de metal fundido y escoria.

El calor para soldar que proviene del arco hace que el fundente se queme y se evapore en el extremo del electrodo. Esto produce un gas que se llama gas de escudo. Este gas evita que el oxígeno y el nitrógeno penetren en la mezcla fundida del metal de aporte con el de base. El oxígeno y el nitrógeno forman agujeros en la mezcla o la hacen quebradiza. Además, el fundente se derrite y forma una cubierta de escoria sobre el metal o la pieza por soldar. Esta escoria debe ser eliminada cuando el trabajo de soldadura termina.

También los fundentes pueden afectar la penetración, es decir, a cuánta profundidad se hace la soldadura. La forma o contorno de los cordones de soldadura se ven afectados igualmente por el recubrimiento de fundente. Algunas capas de fundente se enfrían con mucha rapidez, mientras que otras tardan más. Los electrodos con cordones de enfriamiento rápido se conocen como de rápida congelación. Recuerde que en todos los electrodos de propósito general (la serie E60), la varilla del núcleo es la misma que el metal de base. La única diferencia entre los E6010, E6011 y E6012 son los recubrimientos de fundente. El E6010 y el E6011 se clasifican como electrodos de rápida congelación.

Las juntas que requieren penetración profunda (como las cuadradas de empalme a tope) se sueldan en una posición plana, con un electrodo grande de rápida congelación. Se usan con acero galvanizado, porque el poderoso arco carcome la galvanización y la escoria ligera produce burbujeo.

El recubrimiento de los electrodos E6010 tiene un alto contenido de celulosa. Esto produce mucho dióxido de carbono en vapor de agua. El dióxido de carbono protege el metal de depósito contra el oxígeno y el nitrógeno, aun cuando el depósito de escoria sea muy bajo. En la mayoría de los casos, la escoria puede quitarse fácilmente con un cepillo de alambre. Puesto que el depósito de escoria es bajo, la soldadura se enfría rápidamente. Esto facilita el uso del electrodo en posición vertical y hacia arriba.

Con lámina de metal 9 —es decir, acero de calibre 10 a 18— el soldador usaría un electrodo de polaridad directa. Esto produce un fino arco de rociadura de poca penetración, pero buena capacidad de relleno. Deposita un cordón pequeño sobre lámina metálica de calibre 10 a 18, con alta velocidad y pocas interrupciones.

Cuando se aplica en forma adecuada, el E6012 facilita la tarea de quitar la escoria, dejando brillante y limpio el material soldado. La penetración es un poco menor que la del E6010. Sin embargo, la rapidez del quemado es mayor, lo que lo vuelve muy económico para la alta producción. El E6012 es fácil de manejar. No obstante, si no tiene

usted cuidado, la escoria puede quedar atrapada en la unión soldada e impedir la penetración.

En grandes proyectos y con tiempo frío, el primero y el segundo cordón pueden agrietarse si no se someten a precalentamiento. El E6012 se usa con mucha frecuencia para la soldadura de ejes de acero dulce, metal laminado, acero estructural prefabricado y soldadura en general.

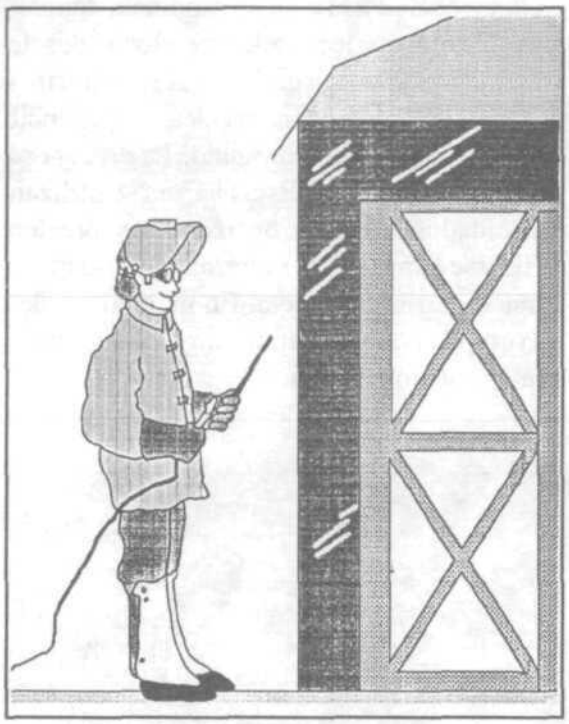


Fig. 38-20. El electrodo E6013 se usa cuando la apariencia es más importante que la velocidad.

El electrodo E6013 es muy popular por la flexibilidad que permite en su operación. Funciona en forma excelente con corriente alterna. Es más blando, más estable y se pega menos que los electrodos E6012 (aunque también es un poco más lento). Se usa mucho con metal laminado, cuando la apariencia y la facilidad de operación son más importantes que la velocidad. Se utiliza también en soldadura de uso general, con soldadoras de bajo voltaje y circuito abierto, cuando el volumen de trabajo es más pequeño y limitado. Hay pocas pérdidas por salpicaduras, los cordones son brillantes, lisos y planos, y la escoria puede quitarse con facilidad.

Los electrodos E6014 y E7014 contienen polvo de hierro, lo que les proporciona mayor capacidad de construcción rápida que ningún otro electrodo de este grupo. A muchos soldadores les gusta utilizar estos electrodos. Se usan principalmente en la soldadura de producción de piezas con forma regular, en las que es necesario hacer algunas soldaduras verticales hacia abajo. En realidad, el E6014 es una versión ligeramente modificada de los electrodos E6012 y E6013. Tiene mejores propiedades físicas y provoca menos pérdidas por salpicadura. Además, el E6014 resiste más calor y se deposita con mayor rapidez. Las uniones de piezas que no encajan con exactitud pueden soldarse con los E6014 y E7014, cuando existe la posibilidad de que un electrodo de rellenado rápido (que se usaría normalmente para un buen ajuste) llegara a quemarse o a producir salpicaduras.

Estos electrodos se utilizan a menudo en soldaduras de propósito general, sobre todo cuando se van a usar uno o dos electrodos para todos los trabajos de soldadura. La soldadura de alta velocidad, de recubrimiento y de relleno en metal de calibre 10 a 20, se realiza con estos electrodos porque en esos casos es importante la capacidad de seguimiento rápido.

Los electrodos E7014 pueden usarse con corriente alterna o con corriente directa de cualquier polaridad, cuando la corriente y la velocidad son altas. La polaridad de la corriente directa resulta preferible cuando se trata de metal delgado, sobre todo en soldadura en ángulo o de recubrimiento. ¿Qué son la soldadura en ángulo o la de recubrimiento? Muy pronto sabrá usted qué es cada una de ellas.

El E7014 puede usarse con las técnicas normales de soldadura de arco. O también se puede emplear con lo que nosotros llamamos

técnica de arrastre. Con esta última técnica, el electrodo se sostiene en un ángulo más bajo y se desliza a lo largo del surco. Este electrodo permite quitar con mucha facilidad la escoria y produce pocas pérdidas por salpicaduras. Se utiliza en muchas posiciones de soldado, sobre todo en la vertical hacia abajo.

El E6015 debe usarse con polaridades de CD. Es muy similar a los E6016 y E6017. Sin embargo, se puede utilizar con CD de polaridad directa o con CA. Los electrodos E6015 y E6016 fueron fabricados al principio para soldar el acero que se agrieta en el área del cordón cuando se suelda con electrodos ordinarios. Los aceros considerados como difíciles de soldar contienen pequeños porcentajes de cromo, níquel, litio y otros elementos en aleación, que producen acero con muy alto contenido de carbono. Se descubrió que el hidrógeno provocaba el agrietamiento de los cordones en ese tipo de soldadura. Por consiguiente, el fundente incluido en los electrodos E6015 y E6016 está compuesto por materiales que prácticamente no producen hidrógeno al ser quemados.

El elevado calor que generan los E6015 y los E6016 puede aprovecharse con poca o ninguna mordedura marginal o pérdidas por salpicaduras. Tanto el precalentamiento como el postcalentamiento son recomendables cuando se trabaja con materiales propensos a agrietarse por causa de la soldadura. Aunque estos electrodos están fabricados para la soldadura en cualquier tipo de posición, recomendamos que no se utilicen electrodos de número mayor al 532 para soldadura vertical o hacia arriba.

Igual que otros electrodos con poco contenido de hidrógeno, el E6018 depende del fundente para poder aplicarse en materiales difíciles de soldar. Se usa para polaridad inversa de corriente directa o con corriente alterna. La penetración es superficial, aun cuando se use un arco corto con pocas pérdidas por salpicadura. Los electrodos E7018 y E6018 son similares a los E7016 y E6016 y se emplean en trabajos de soldadura en posición incómoda o en otros que no se realizan en postura plana. El polvo de hierro de su recubrimiento les proporciona un elevado porcentaje de depósito, considerando que la soldadura se realiza en posición inadecuada.

Los electrodos E7028 y E6028 tienen un alto contenido de polvo de hierro. La abundancia del polvo de hierro es lo que influye en la velocidad a la cual se producen depósitos si al soldador le agradan los electrodos de rellenado rápido. Sin embargo, estos electrodos conservan su característica de producir pocos depósitos de hidrógeno. La escoria se limpia con facilidad. Estas barras se utilizan en soldadura plana y horizontal, y pueden utilizarse con corriente alterna, polaridad inversa o corriente directa. En general, se deben emplear con el menor rango de amperaje que el trabajo permita.

Fig. 38-21. Usted usará la varilla E6020 solamente cuando trabaje en posición horizontal.

La barra o varilla E6020 se usa solamente para soldar en posición horizontal. A causa de su acabado extremadamente bueno y su facilidad de manejo, se utiliza con frecuencia para soldadura en ángulo en posición plana. La penetración es excelente y, para obtener

mejores resultados, el ajuste de las piezas debe ser bueno. A causa de la estupenda calidad del material de soldadura, el E6020 es muy recomendable para trabajar con metales que más tarde serán examinados con rayos X. Pueden utilizarse electrodos o barras de mayor tamaño, para evitar el intenso calor que se produce y para que la soldadura plana sea más sencilla y barata. La calidad de soldadura de estos electrodos es excelente, con pocas pérdidas por salpicadura.

El E6024 es el mismo E6012 o el E6013, pero con polvo de hierro agregado. Es un electrodo de rápido rellenado y trabaja igualmente bien con polaridad directa, polaridad inversa o incluso con corriente alterna. Se ha observado que el E6014, cuando se usa en soldaduras de acero dulce, horizontales en ángulo o planas, permite que los cordones tengan un acabado convexo de buena apariencia. La penetración es superficial y la limpieza de la escoria resulta sencilla. El E6027 trabaja bien con corriente alterna de cualquier polaridad, con corriente directa o para soldadura plana. Cualquier corriente de polaridad directa o alterna es adecuada cuando la soldadura se realiza en posición horizontal.

El electrodo E6030 se recomienda solamente para trabajos pesados de soldadura plana. En gran parte, le ha ganado su sitio el E6027, pues este último es más rápido.

El E6013 puede trabajar con corriente alterna o corriente directa, y proporciona excelentes resultados cuando la soldadura es expuesta a los rayos X. La escoria se desprende con facilidad y el acabado es terso, limpio y brillante.

Las varillas de la serie 70,000, 80,000, 90,000 y 100,000 psi, como la E7010, son generalmente barras de aleación. Las aleaciones se encuentran a menudo en el revesti-

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo el término entre paréntesis que complete las siguientes afirmaciones.

1. El tipo de codificación de fundentes afecta la longitud del arco y el (voltaje, amperaje) empleado para soldar.
2. La mejor polaridad eléctrica para aplicar soldadura con corriente directa se determina según el (electrodo, recubrimiento).
3. El recubrimiento de los electrodos E6010 tiene un alto contenido de (celulosa, carbón).
4. Los electrodos E7014 pueden usarse con CA o con CD de cualquier polaridad, cuando la corriente y la velocidad son (bajas, altas).
5. El electrodo más adecuado a emplear cuando la soldadura va a pasar inspección de rayos X esel(E6013, E7010).

Respuestas

1. voltaje 2. recubrimiento 3. celulosa 4. altas 5. E6013

miento de fundente. Se combinan con el metal fundido en la mezcla del metal de aporte y el de base. Por esta razón, el soldador debe mantener el control de dicha mezcla (sobre todo en soldaduras que se realizan en posición incómoda).

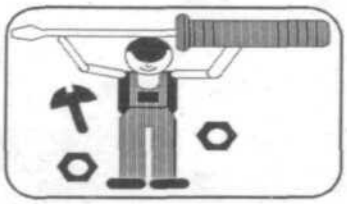
Observe también que, por su mayor fuerza de tracción, su capacidad de ser moldeados (su ductilidad) durante la soldadura es aproximadamente igual que la de los electrodos de la serie 60,000. Los electrodos de 80,000, 90,000 y 100,000 psi tienen aleaciones para propósitos especiales. A causa de su diferente contenido de aleación, siempre es más seguro usar la corriente y las posiciones recomendadas por el fabricante. Esa información podrá encontrarla usted en cualquier buen manual de soldadura.

Resumen

La soldadura por arco es el procedimiento más comúnmente utilizado hoy día en la industria manufacturera. En esta lección le hemos dado una relación de definiciones de los términos más básicos en soldadura por arco, así como una introducción general al tema. Ahora ya conoce las distintas maneras como se designa a este tipo de soldadura.

La soldadura por arco o de arco metálico es una profesión arriesgada y emocionante, que constituye un auténtico reto para usted. Esperamos por ello que comprenda la gran importancia que en todo momento tiene la seguridad de los que desempeñan esta profesión. La seguridad debe ser su preocupación permanente. Recuerde que generalmente los pequeños riesgos de seguridad son los que se pasan por alto y los que al final provocan las quemaduras y otras serias lesiones. También los gases tóxicos constituyen un peligro. De hecho, no sólo son un peligro para los soldadores sino para cualquier persona que se encuentre en su radio de acción. Asegúrese de que cuenta con buena ventilación para que esos vapores tóxicos puedan salir. Nunca haga un trabajo con prisa. Por supuesto jamás lo haga sin la ropa protectora adecuada y sin todos los demás dispositivos de protección que tan detalladamente hemos explicado en esta lección.

En el resto de la lección, le hemos dado a conocer el equipo que necesita utilizar para soldar: maneral de electrodos, cepillos de alambre, martillos para cincelar, etc. También ya sabe lo principal sobre las varillas de material fundente, electrodos recubiertos con los que pueden aplicarse soldaduras de mayor resistencia que el metal a soldar. Conoce, igualmente, los criterios básicos para su selección, así como los códigos en que se clasifican los fundentes que recubren los electrodos. ¡Adelante! ¡Ya casi está listo usted para entrar en acción!



Tareas prácticas

Conocimiento físico de la pinza portaelectrodos

Materiales que usted necesitará

- Una pinza portaelectrodo con cable
- Diagrama de partes de ésta tarea práctica
- Papel y lápiz

Información previa

La pinza portaelectrodos tiene como función sostener el electrodo, asegurando al mismo tiempo el paso de la corriente. Una pinza portaelectrodos debe satisfacer cuanto sea posible los siguientes requisitos:

- asegurar una buena presión del electrodo.
- Tener un buen aislamiento eléctrico.
- Ser manejable y ligera.
- Tener una amplia superficie de contacto con el electrodo, a fin de transmitir la más fuerte intensidad de corriente sin calentar la zona de sujeción, con la consiguiente posibilidad de que se pegue el electrodo.
- Permitir un fácil y rápido cambio de electrodo.

La pinza portaelectrodo está compuesta de las siguientes partes:

a) Mango aislador
b) Sujeción del cable eléctrico
c) Palanca de apertura aislante
d) Bisagra
e) Dientes en forma de V para sujetar el electrodo
f) Cable eléctrico

Lo que usted deberá hacer

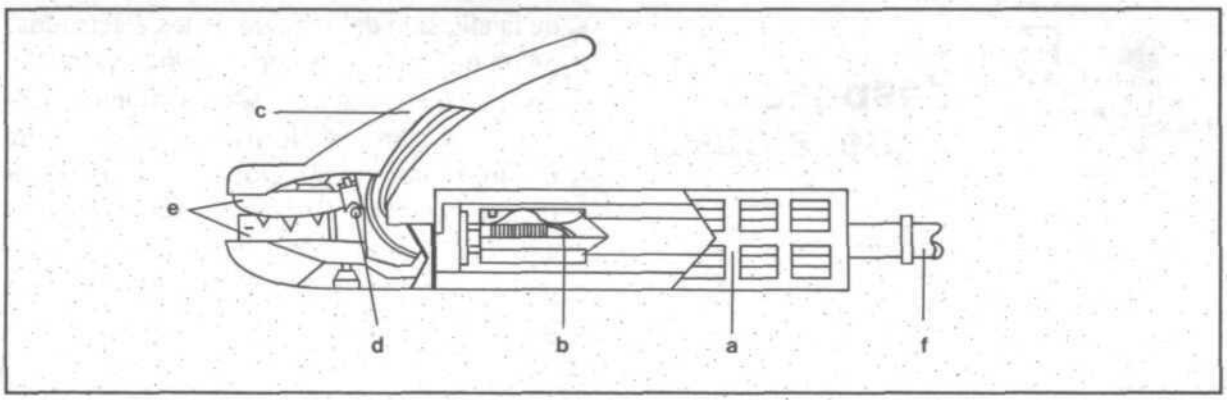
Identificará cada una de las partes de la pinza portaelectrodos

Procedimiento

1. tome la pinza portaelectrodos y compárela con el dibujo de esta tarea.
2. Identifique cada una de sus partes conforme al diagrama.

Conclusiones

El adecuado conocimiento de nuestro equipo es muy importante para poder realizar bien nuestro trabajo y ser eficientes como técnicos en refrigeración y aire acondicionado.



y después... ¿qué sigue?

¿Cómo se enciende el arco? ¿De qué depende la elección del tamaño de los electrodos? ¿Para qué sirve la escoria? ¿Qué es el relleno? ¿En qué consiste el socavamiento? ¿Cómo se sujetan los electrodos? ¿Qué es un electrodo correcto? ¿Qué es una unión de recubrimientos? ¿Cómo se suelda la esquina exterior? ¿Cómo debe ser el arco en la soldadura horizontal? ¿Cuál es la postura más difícil para soldar?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. El metal de base es el metal que
- a. toma el electrodo.
- b. cubre el electrodo.
- c. se va a soldar.
- d. sirve para fabricar un electrodo.

2. Las quemaduras en las cuales la piel ha sido quemada gravemente son de
- a. primer grado.
- b. segundo grado.
- c. tercer grado.
- d. cuarto grado.

3. El mejor material para manufacturar equipo de protección personal para soldar es
- a. el algodón.
- b. la seda.
- c. el plástico.
- d. el cuero.

4. Un buen lente de sombra para casco debe ser del número
- **a. 10.**
- **b. 8.**
- **c. 6.**
- **d. 4.**

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES

Calificación

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección **L438**

5. El proceso de quitar la escoria de la soldadura con un martillo y un cepillo de alambre recibe el nombre de
   a. punzonar.
   b. cincelar.
   c. piquetear.
   d. rasquetear.

6. Los cables para soldar se conectan al maneral del electrodo y al
   a. electrodo.
   b. maneral.
   c. metal de base.
   d. tierra.

7. El grado de protección que brinda la escoria contra los gases depende del tipo de
   a. escoria.
   b. electrodo.
   c. recubrimiento.
   d. material de base.

8. Todos los electrodos están diseñados para soldaduras de
   a. un paso.
   b. dos pasos.
   c. tres pasos.
   d. pasos múltiples.

9. Para soldar lámina de acero de calibre 10 a 18 se emplea electrodo de polaridad
   a. directa.
   b. inversa.
   c. positiva.
   d. negativa.

10. El electrodo E6020 se emplea solamente para soldar en posición
   a. vertical.
   b. horizontal.
   c. inclinada.
   d. descendente..

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

SISTEMAS DE
Refrigeración
Y AIRE
ACONDICIONADO

CONTENIDO

Introducción....3
1. Encendido del arco....3
2. Partes de una soldadura....8
3. Procedimientos de soldadura....10
4. Soldaduras de recubrimiento....15
5. Otras técnicas de soldadura....18
6. Resumen....26
7. Tareas prácticas....27
8. Examen....29

Soldadura eléctrica
(Segunda parte)

L439 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Encendido del arco, 3
- Cómo encender el arco con un golpe ligero, 4
- Elección del tamaño del electrodo, 5
- Cómo cambiar el electrodo, 7

Partes de una soldadura, 8
- Escoria, 8
- Fusión de cordones, 8
- Relleno, 8
- Soldaduras deficientes, 9

Procedimientos de soldadura, **10**
- Cómo sujetar los electrodos, **11**
- Formación de cordones cortos, 11
  - Electrodos correctos, 13
  - Longitud correcta del arco, 13
  - Corriente adecuada, 14
  - Velocidad de recorrido correcta, 14

Soldaduras de recubrimiento, 15
- Uniones en T de un solo paso, 16
- Soldadura de la esquina exterior, 17
- La junta a tope, 17

Otras técnicas de soldadura, 18
- Soldadura horizontal, 18
- Soldadura vertical, **20**
- Soldadura hacia arriba, **23**

Resumen, 26

Tareas prácticas:
- Identificación de las características de los electrodos para soldadura de arco protegido, 27

Examen, 29

Introducción

En la lección anterior hicimos una introducción a lo que es el proceso de soldar por método eléctrico. Ahora veremos las técnicas para llevar a cabo este procedimiento.

El proceso de la soldadura eléctrica, como usted ya se habrá dado cuenta, no es muy complicado. Sin embargo, se requiere práctica para obtener destreza en su desarrollo. Por esto considerarnos que sería de mucha ayuda para usted el que tuviera acceso a algún taller donde poder experimentar cada uno de los aspectos tratados en esta lección. Aunque estamos conscientes de que su formación a través de este curso no es la de técnico soldador, sino la de técnico de servicio en refrigeración y aire acondicionado, el ser un buen soldador le ayudará en su tarea y también le ampliará el horizonte en el mercado de trabajo.

En esta lección trataremos en detalle de las diferentes técnicas empleadas en la soldadura eléctrica. Ello le ayudará bastante en su formación profesional. De ahí la importancia de que ponga suficiente cuidado en el estudio de esta lección como para obtener el máximo provecho de ella.

Se ha suprimido el epígrafe de "Definiciones y descripciones" por resultar innecesario, ya que las principales definiciones se incluyeron en la lección anterior.

Encendido del arco

Para practicar la forma de encender un arco, utilice una máquina para soldadura con arco que esté debidamente instalada y ajustada. Como de costumbre, tome todas las precauciones de seguridad. Utilice un electrodo E60 con diámetro de 1/8 de pulgada (0.31 cm), junto con una placa de acero dulce cuyo espesor sea de 1/4 de pulgada (0.63 cm) aproximadamente. Con el electrodo puesto sobre la placa, coloqúese la careta protectora. Asegúrese de que la cubierta de protección de la careta baje. Frote el electrodo contra la placa para encenderlo, como si fuera un fósforo.

Cuando salte el arco, levante ligeramente el electrodo hasta que el arco alcance la longitud conveniente. La longitud deseada debe ser de 1/8 de pulgada, que es igual al diámetro de su electrodo. Mantenga el arco en un mismo punto hasta que vea que la soldadura fundida alcanza el tamaño deseado. Conviene que ese tamaño sea de 3/8 de pulgada (0.95 cm) de diámetro aproximadamente. Baje lentamente el electrodo a medida que éste se quema, y muévalo hacia adelante para empezar a formar un cordón de soldadura.

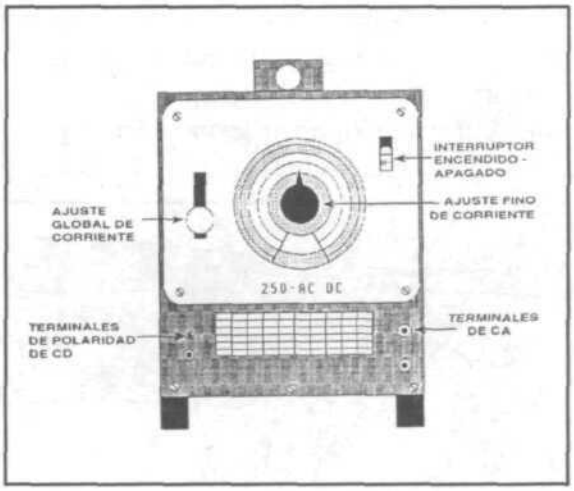


Fig. 39-1. Máquina para soldadura con arco.

Si el electrodo se pega a la placa, apriete rápidamente la palanca del maneral para soltar el electrodo. Hágalo doblando el electrodo varias veces hacia atrás y hacia adelante. No toque el electrodo sin usar guantes, porque la pieza se calienta mucho. Si el fundente se desprende del extremo del electrodo, deseche todo el electrodo. La razón de esto es que será muy difícil volver a encenderlo si ya no tiene fundente.

Rompa el arco levantando rápidamente el electrodo y terminando un cordón de soldadura de una pulgada (2.54 cm). Vuelva a

encender el arco tal como lo hizo antes, para hacer otra soldadura corta. Repita este procedimiento hasta que sea capaz de encender con facilidad el arco en cada ocasión.

Cómo encender el arco con un golpe ligero

La otra forma de encender el arco consiste en golpearlo ligeramente contra la pieza a soldar. Este procedimiento de encendido es más preciso. Sin cambiar el material y la disposición que utilizó en el experimento anterior, ahora usará usted el arco en un punto específico, para impedir que sufra daños la parte de la placa de soldadura que se encuentra alrededor de dicho punto. Sostenga el electrodo sobre el punto de partida que desee. Después de colocarse la careta protectora de su casco, déle un golpecito ligero al electrodo y hágalo rebotar rápidamente contra la placa. No se dé usted por vencido. Se necesita práctica para evitar que el electrodo se pegue a la placa.

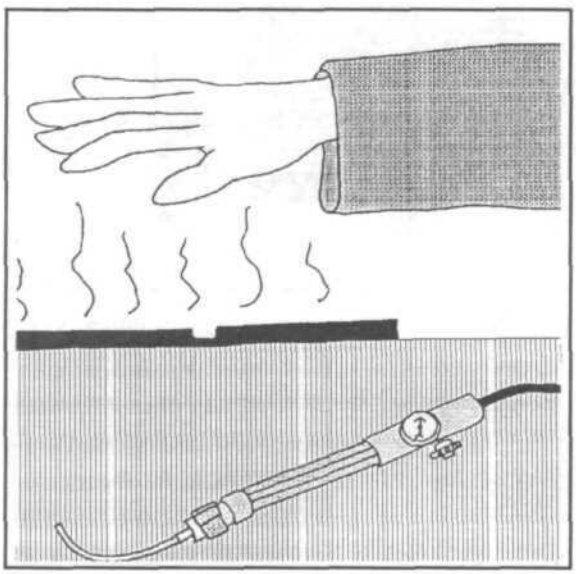


Fig. 39-2. No le extrañe que todos los objetos recién soldados estén calientes.

Un método más preciso para encender el arco consiste en mantener inmóvil el electrodo, apoyándolo sobre su mano libre, tal como lo haría con un taco de billar. De esta manera, el electrodo puede empujarse rápidamente hacia adelante hasta que golpee el metal a soldar en el punto deseado. En realidad, éste es el método que se usa para formar un arco. Si el arco se forma en el sitio indebido, el metal puede dañarse.

Practique el encendido y la ruptura del arco hasta que pueda formarlo a menos de 1/4 de pulgada del punto deseado. A cada electrodo para soldar le corresponde una determinada gama de amperajes de corriente eléctrica.

Si la soldadura se realiza con corriente baja, la fusión es deficiente y el arco es poco estable. Es posible que en la soldadura queden incrustaciones de escoria o de gas, porque la mezcla fundida no permanece fluida el tiempo suficiente para que el fundente reaccione. Otra consecuencia es que la penetración de la soldadura en el metal de base es escasa o nula. Cuando la corriente se fija en una graduación demasiado baja, el arco es muy corto y hace que el electrodo se acorte o se pegue con frecuencia. La varilla de núcleo o el metal que está dentro del fundente del electrodo para soldar tiene como límite la cantidad de corriente que es capaz de manejar.

Cuando la corriente aumenta, la resistencia eléctrica hace que la varilla se caliente. A causa del precalentamiento de la varilla, algunos compuestos químicos de su recubrimiento se queman demasiado pronto. La pérdida o el desequilibrio de esos elementos hace que el arco sea poco estable y provoca salpicaduras, porosidad (agujeros) e incrustaciones de escoria. (Si el arco es largo, aumenta también la cantidad de salpicaduras.)

Cuando se usa un amperaje alto, la penetración del cordón de soldadura puede ser ancha, plana o profunda. Hay demasiadas salpicaduras y éstas casi siempre son duras. Se funden contra la placa base y son difíciles de quitar.

El recubrimiento del electrodo cambia de color en una porción de 1/8 a 1/4 de pulgada (de 0.31 a 0.63 cm), en el extremo del electrodo. Cuando la graduación es muy alta, el

Electrodo	Clasificación					
Tamaño	E6010	E6011	E6012	E6013	E7016	E7018
3/32 pulg. *(2.4 mm.)*	40-80	50-70	40-90	40-85	75-105	70-110
1/8 pulg. *(3.2* mm.)	70-130	85-125	75-130	70-120	100-150	90-165
5/32 pule. (4 mm.)	110-165	130-160	120-200	130-160	140-190	125-220

Fig. 39-3. Cuadro de la gama de amperaje de los electrodos.

electrodo puede cambiar de color, agrietarse, encenderse con un tono rojizo y quemarse.

Elección del tamaño del electrodo

La elección del tamaño adecuado de los electrodos para soldar depende de la habilidad del soldador y también del espesor y el tamaño del metal a soldar, así como de la cantidad de soldadura que sea necesario aplicar. Los electrodos de pequeño diámetro requieren menos habilidad que la soldadura con electrodos de diámetro mayor.

La rapidez con que se forma el depósito o la velocidad con que se quema el electrodo (o bien, la velocidad con que el metal fundido se agrega a la soldadura), es menor cuando se usan electrodos de diámetro más pequeño. Es posible hacer soldaduras aceptables en placas gruesas con un electrodo de menor diámetro. Sin embargo, considerando que se necesita más tiempo para hacer soldaduras más grandes, conviene que utilice electrodos de mayor diámetro.

Los electrodos de gran diámetro pueden sobrecalentar el metal si se usan en piezas metálicas delgadas o pequeñas. Para saber si la soldadura está demasiado caliente, observe la forma de la porción final de la mezcla de soldadura fundida.

Las ondulaciones redondeadas indican que la soldadura se está enfriando con uniformidad y que no se está utilizando demasiado calor. Si las ondulaciones son puntiagudas, la soldadura se está enfriando con demasiada lentitud porque el calor es excesivo. El sobrecalentamiento exagerado puede provocar la quemadura total. Resulta muy difícil reparar un daño semejante.

Para corregir un problema de sobrecalentamiento, basta que usted reduzca el amperaje. También puede emplear un arco más corto, moverlo con más rapidez o usar una barra enfriadora. (La barra enfriadora absorbe el calor en la parte inferior del metal). Otra posibilidad es utilizar un electrodo más pequeño, con una graduación de corriente más baja.

El ángulo del electrodo se mide entre dicho electrodo y la superficie del metal. Se habla de ese ángulo como de "la dirección del recorrido". Generalmente, dicha dirección se refiere al ángulo en el punto frontal o al ángulo en zaga. El ángulo relativo es importante porque existe una fuerza impulsora

Fig. 39-4. Distintas configuraciones de la porción final de la mezcla de soldadura.

que sopla el metal del fundente desde el extremo del electrodo hasta la placa. Algunos electrodos tienen una acción de impulsión muy fuerte. El ángulo frontal empuja el metal fundido y la escoria adelante de la soldadura.

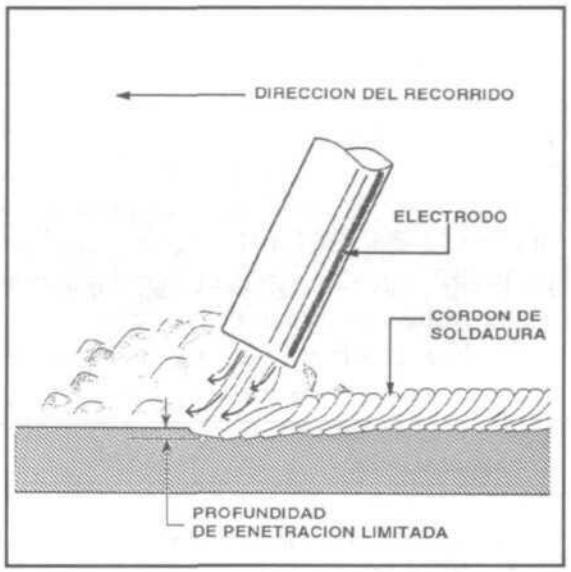


Fig. 39-5. Ángulo frontal del electrodo.

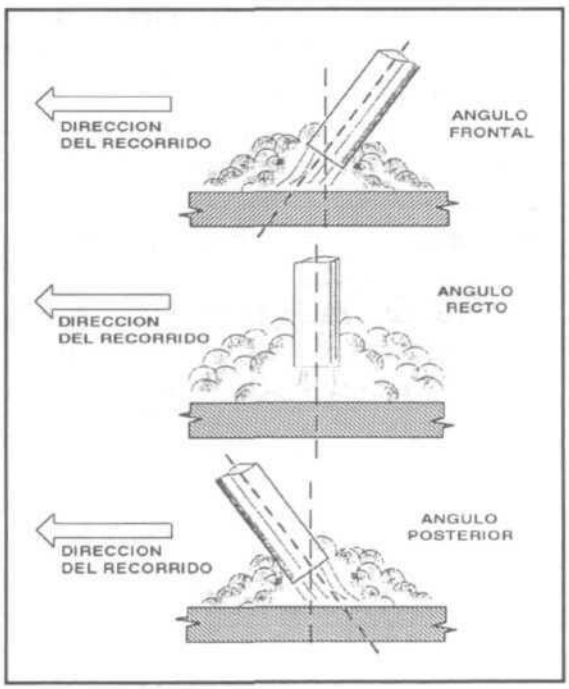
Cuando suelde en posición inclinada, tenga cuidado de evitar la incrustación de recubrimientos fríos o escoria. El metal sólido que está adelante de la soldadura se enfría, solidificando el metal de relleno fundido y la escoria, antes que pueda fundirse con el metal sólido. Este enfriamiento rápido impide que el metal se funda y se una. Es posible que el calor del arco no lo derrita cuando el soldador pasa por ese punto. En consecuencia, quedan algunas incrustaciones de recubrimiento frío y escoria.

El ángulo posterior del electrodo empuja el metal fundido para separarlo del borde frontal de la mezcla de soldadura, y lo hace deslizar hacia atrás, donde se solidifica. Cuando el metal fundido es obligado a apartarse del fondo de la soldadura, el arco provoca mayor fusión contra el metal de base. El resultado de esto es una penetración más profunda. El metal fundido que fue empujado hacia la parte posterior del soldador se solidifica también y refuerza la soldadura.

A medida que se funde, el electrodo debe ser reducido desde el maneral cuando tiene una longitud de una pulgada y media aproximadamente. El primer paso es el ángulo del electrodo. Este ángulo debe ser de entre 5 y 15 grados hacia la dirección del recorrido. A medida que realiza usted la soldadura, el electrodo se va fundiendo o consumiendo. Conserve siempre el ángulo de 5 a 15 grados a medida que desliza hacia abajo su electrodo.

Un buen cordón de soldadura debe ser ligeramente más levantado en el centro, desvaneciéndose uniformemente hacia los bordes de la porción redondeada. Para practicar, sería conveniente que usted depositara o colocara en capas una serie de cordones de soldadura, unos junto a otros, y que los comparara a medida que los va formando.

A partir de un cordón de soldadura, o en la longitud completa de un cordón, debe usted saber en qué ángulo tiene que colocar el electrodo y el maneral del mismo. Si el



Fíg. 39-6. Ángulos posterior y frontal de la dirección del recorrido.

ángulo es incorrecto, el cordón de soldadura tendrá mal aspecto. No habrá fusión o penetración. Según se emplean en la especialidad de la soldadura, los términos penetración y fusión significan más o menos lo mismo. La fusión se refiere a la adhesión de los cordones al metal de base, mientras que la penetración se refiere a la profundidad de la soldadura dentro del metal de base.

Cómo cambiar el electrodo

Si un electrodo se funde durante la soldadura, puede ser necesario cambiarlo a la mitad de un cordón de soldadura y empezar un nuevo cordón. En ese caso, coloque un nuevo elec-

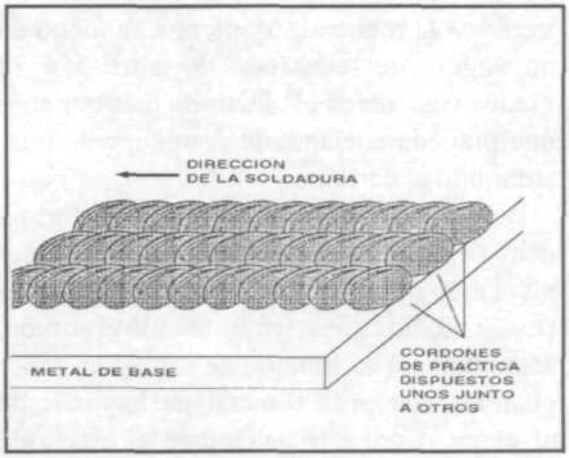


Fig. 39-7. Cordones de práctica dispuestos unos junto a otros.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V *si considera verdadera la afirmación, o la letra* F *si la considera falsa.*

1. Para encender el arco, la distancia entre el electrodo y el material de base debe ser igual al diámetro del electrodo.	F	V
2. Si la soldadura se lleva a cabo con baja corriente, la soldadura es muy resistente.	F	V
3. El emplear electrodos de diámetro grande en piezas de pequeño espesor las sobrecalienta y las funde.	F	V
4. Un buen cordón de soldadura debe ser de iguales dimensiones en todo su ancho.	F	V
5. En el lenguaje empleado en la industria de la soldadura, los términos penetración y fusión significan más o menos lo mismo.	F	V

Respuestas

1. V 2. F (La fusión es deficiente y el arco es poco estable) 3. V 4. F (Debe ser ligeramente más levantado en el centro desvaneciéndose uniformemente hacia los bordes de la porción redondeada.) 5. V

trodo en el maneral. Mantenga su mano en un ángulo del electrodo de entre 5 y 15 grados y encienda el electrodo más o menos una pulgada adelante de donde quedó interrumpido el cordón.

El nuevo arco que acaba usted de formar debe desplazarse ahora hasta donde se detuvo el arco inicial y donde está el cráter anterior. A medida que vaya formando el cordón, éste realizará su función de soldadura sobre cualquier marca en el metal que haya dejado al pegar o golpear levemente el electrodo para volver a encender el arco.

Partes de una soldadura

Es necesario que usted conozca ciertas partes de una soldadura. Por ejemplo, debe saber los nombres correctos de las distintas partes de un cordón de soldadura.

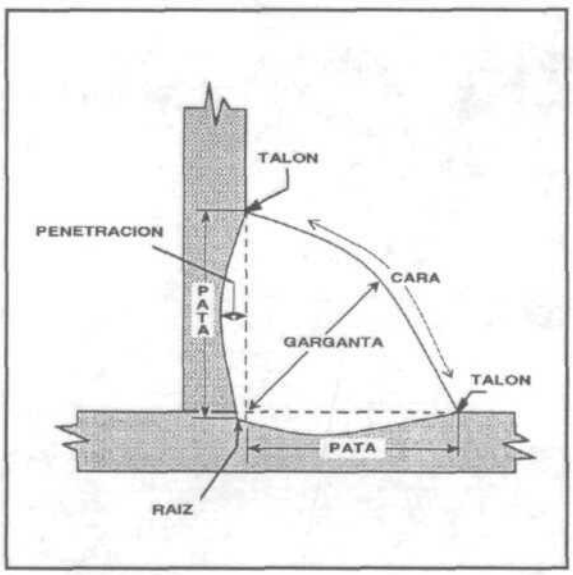


Fig. 39-8. Diagrama de un cordón de soldadura.

El "talón" de la soldadura es el punto donde el metal de soldadura se une con el metal de base. Esto es importante para el adecuado amarre o fusión del metal. La "cara" de la soldadura debe ser convexa o ligeramente redondeada hacia afuera. Las "patas" de la soldadura se refieren a la distancia a que se extiende ésta con respecto al metal de base. Al final de la pata de soldadura se encuentra el talón de soldadura. Finalmente, debe haber penetración en la raíz. Si no logra usted una buena penetración en la raíz, su soldadura no será tan resistente como debería ser.

Escoria

La escoria ayuda a enfriar el cordón y, al mismo tiempo, lo protege del oxígeno y el nitrógeno. Como usted ya sabe ahora, es malo que la soldadura esté expuesta al oxígeno y al nitrógeno mientras se está enfriando. La escoria contiene elementos llamados celulosa y piedra caliza. Estos elementos provienen también del metal de base y de otras impurezas que deberían haber sido retiradas del metal durante la operación de limpieza, antes de aplicar la soldadura.

La escoria debe arrancarse del cordón después de soldar. Es necesario limpiarla con un cepillo de alambre para eliminar todas las impurezas. Tales impurezas se designan con el nombre de inclusiones no metálicas. La inclusión es algo que ha quedado atrapado (que queda incluido). Por lo tanto, es importante limpiar la soldadura antes de añadirle otro cordón. Si suelda usted sobre un cordón que no ha sido limpiado, el nuevo cordón tendrá más porosidad (agujeros) y será de muy mala calidad.

Fusión de cordones

La fusión de un cordón de soldadura es importante. Sin fusión, el cordón será débil y es posible que se agriete. Piénselo usted bien. ¡Qué peligroso podría ser si la soldadura estuviese en el chasis de un automóvil!

Relleno

En soldadura, la fusión describe la penetración completa de una soldadura en el metal de base. Otro método de soldadura de fusión se llama "relleno". Este se usa para reconstruir las partes donde el metal está muy gastado. Consiste en soldar varios cordones,

Fig. 39-9. Métodos de relleno.

unos junto a otros. Esta soldadura de cordones pegados, colocados unos junto a otros, permite reconstruir las áreas desgastadas hasta i alcanzar un espesor determinado.

Soldaduras deficientes

Las soldaduras deficientes deben interrumpirse siempre que sea posible. Si no se corrigen a tiempo, pueden llegar a ser peligrosas.

Algunas de las razones más comunes de la mala soldadura son:

- inclusiones de escoria o escoria atrapada
- porosidad o pequeñas burbujas de gas
- fusión incompleta
- socavación (mordedura)
- superposición o traslapo.

Inclusiones de escoria o escoria atrapada. Cuando el cordón de soldadura no se limpia debidamente antes de añadir otro nuevo, pequeños fragmentos de escoria quedan atrapados en éste. A esto se la llama inclusión de escoria.

Porosidad o pequeñas burbujas de gas. Si la mezcla de metales de la soldadura se enfría demasiado pronto, porque la soldadura se realiza con excesiva rapidez, quedan atrapadas en su interior pequeñas burbujas de gas. Estas se solidificarán dentro de la soldadura, antes de que tengan oportunidad de escapar hacia la superficie.

Fusión incompleta. La fusión incompleta se presenta cuando el metal de relleno o los electrodos no se funden completamente con la soldadura o con el metal de base. Esto se produce cuando el electrodo se sostiene o se mueve en forma inadecuada.

Socavación. La socavación o mordedura marginal es en realidad una mala soldadura. Consiste en un surco fundido a lo largo del metal de base, junto al talón de la soldadura, que no fue rellenado por el electrodo. La causa de esto es el exceso de calor o demasiada rapidez al hacer la soldadura.

Superposición. La superposición o traslapo es el metal que descansa sobre el metal de base sin que se haya producido ninguna fusión.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en la línea del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Punto donde el metal de soldadura se une con el metal de base. _____
2. Término que describe la penetración completa de una soldadura en un metal de base. _____
3. Surco fundido a lo largo del metal de base, junto al talón de la soldadura, que no fue rellenado por el electrodo. _____
4. Nombre que recibe el hecho de que el metal de soldadura fundido esté sobre el metal de base sin que exista fusión. _____
5. Efecto que se presenta cuando el metal de relleno o los electrodos no se funden completamente con la soldadura o con el metal de base. _____

a. superposición.
b. socavamiento.
c. fusión incompleta.
d. talón.
e. fusión.

Respuestas

1. d 2. e 3. b 4. a 5. c

Procedimientos de soldadura

Para aprender la soldadura con arco es necesario dominar una serie de operaciones específicas. La habilidad para realizar estas operaciones requiere práctica. Una vez que haya adquirido esta habilidad, podrá aplicar la operación a cualquier trabajo de soldadura.

La primera operación básica consiste en aprender a encender el arco y a formar un cordón derecho. Sin embargo, antes de continuar, repasemos rápidamente lo que hemos aprendido hasta aquí.

1. Explicamos la necesidad de revisar las conexiones eléctricas para asegurarnos de que están bien firmes. También el maneral del electrodo y la pinza de conexión a tierra deben estar bien apretados.
2. Asegúrese de que la cubierta del banco de trabajo y el metal que va a soldar estén secos y libres de polvo, óxido e incluso grasa.
3. Si va a usar un soldador de corriente directa, coloque el interruptor de polaridad según el tipo de corriente deseado, ya sea directa o inversa. Le recomendamos que use corriente directa con polaridad inversa.
4. Ajuste la unidad de control al amperaje y voltaje necesarios para el electrodo que haya seleccionado.

Tenga usted presente que los ajustes de corriente recomendados para los electrodos son sólo aproximaciones. Haga los ajustes precisos para su operación de soldadura. Por ejemplo, el amperaje de un electrodo puede colocarse en cualquier punto entre 90 y 100 amperes. Un principiante debe colocar los

controles en un punto medio entre dichos límites, lo cual sería en este caso 95 amperes.

Cuando haya empezado a soldar y el arco se caliente demasiado, haga girar el control para reducir el amperaje. Aumente la graduación si el arco no está suficientemente caliente para la penetración.

No se dan reglas específicas para los ajustes definitivos porque en esto intervienen muchos factores. Entre ellos figuran la habilidad del operador, las condiciones en que se realiza la soldadura, el tipo de metal utilizado y la naturaleza del trabajo por realizar. A medida que tenga más experiencia, adquirirá usted también la habilidad que se necesita para hacer el ajuste definitivo.

Cómo sujetar los electrodos

Coloque el extremo descubierto del electrodo en el maneral, como se muestra en la Figura 39-10. Si sujeta el electrodo cerca del extremo, podrá usar la mayor parte del electrodo recubierto.

Mantenga siempre limpias las mordazas del maneral para que pueda lograrse un buen contacto eléctrico con el electrodo. Tenga cuidado de no tocar el banco de soldadura con ningún maneral de electrodos que no esté aislado. Esto provocaría un fuerte chisporroteo. (Cuelgue el maneral en su lugar cuando no lo esté utilizando.) Sosténgalo en la mano sin hacer demasiada presión. Si lo aprieta usted demasiado, es probable que se le canse la mano. Siempre que sea posible, haga pasar una vuelta de cable sobre su hombro para reducir la tensión del maneral. Ahora ya puede encender el arco.

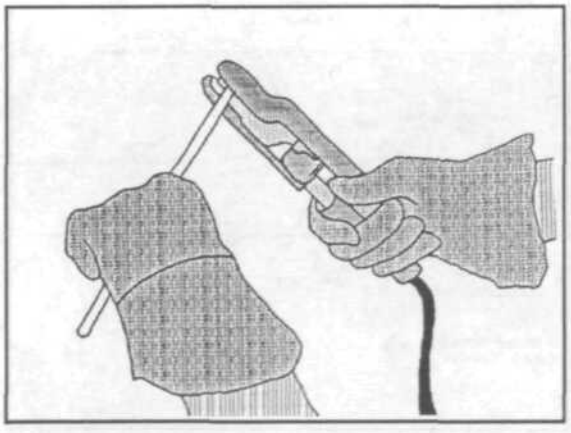


Fig. 39-10. Maneral o sujetador de electrodos.

Tome un trozo de metal que tenga entre 1/8 y 1/4 de pulgada (0.31 y 0.63 cm) de espesor. Colóquelo en posición horizontal sobre el banco de trabajo. Inserte un electrodo de 1/9 E6010 en el maneral y ajuste la máquina para obtener la corriente adecuada, a 90 amperes por ejemplo.

Hay dos métodos para encender el arco. Recuerde que debe golpear o rascar la superficie con él mediante leves golpecitos o movimientos de rasguño. (El encendido con un golpe ligero lo emplean los soldadores más hábiles, mientras que la fricción o rascadura es el sistema favorito de los principiantes.)

Con un movimiento de golpeteo, el electrodo se coloca en posición hacia arriba o hacia abajo y se retira en forma instantánea. Con el método de rasguño el electrodo se mueve formando un ángulo con la placa, en un movimiento de rascado, como cuando se frota un fósforo.

Cualquiera que sea el movimiento que decida usted usar, haga contacto con la placa y levante adecuadamente el electrodo hasta una distancia igual al diámetro de dicho electrodo. El diámetro del electrodo recibe el nombre de longitud del arco. Si no lo hace usted así, el electrodo se pegará al metal. Si eso llega a pasar, el electrodo se recalentará e incendiará. De cualquier modo, practique este método de fricción hasta que pueda hacerlo con naturalidad.

Formación de cordones cortos

Con una piedra de jabón (un marcador que se usa para trazar líneas sobre metal), trace una serie de líneas sobre una placa de acero. Haga cada línea de aproximadamente una pulgada (2.45 cm) de largo, y sepárelas a intervalos de 3/8 de pulgada (0.95 cm). For-

me un cordón continuo sobre cada línea. Si usa usted la mano derecha, mueva el electrodo de derecha a izquierda. (Los soldadores zurdos deben mover el electrodo de izquierda a derecha.) Sostenga el electrodo en posición vertical o con una ligera inclinación hacia afuera.

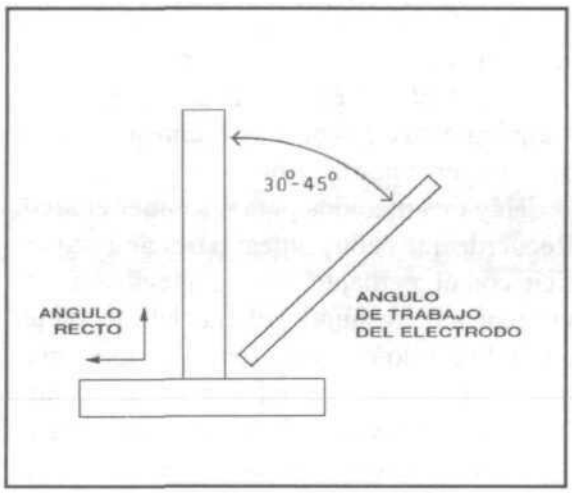


Fig. 39-11. Ángulo de trabajo del electrodo.

Mueva el electrodo con la rapidez suficiente para que el metal depositado tenga tiempo de penetrar en el metal de base. Si la corriente se ha ajustado debidamente y el arco se sostiene a la longitud correcta, podrá usted oir un sonido ininterrumpido como de algo que se fríe o chisporrotea. Los soldadores saben reconocer este sonido.

Cuando el arco es demasiado grande, se produce una especie de zumbido. Si es demasiado corto, una especie de chasquido. Observe lo que ocurre con la mezcla fundida y vea cómo se solidifican los bordes posteriores de las ondulaciones que se forman en dicha mezcla, a medida que avanza el electrodo.

En muchas ocasiones, la apariencia de la mezcla fundida revela la forma en que se está realizando la soldadura. Si el metal fundido tiene un aspecto claro y brillante, significa que no se está combinando con la mezcla fundida ningún tipo de escoria. La escoria es quebradiza y, cuando fluye en el metal fundido, la soldadura se debilita. Normalmente, si los bordes de un cordón de soldadura tienen un aspecto opaco e irregular, eso quiere decir que la escoria está quedando atrapada dentro de la mezcla fundida.

Una vez que se acostumbre usted a encender el arco y a hacer cordones cortos, modifique las corrientes de soldadura para ver la forma en que el calor afecta la soldadura. Reduzca primero la corriente de la máquina en unos 5 amperes. Observe si hay alguna diferencia en el cordón que se está formando ahora. Reduzca a continuación otros 5 amperes y forme otro cordón. A medida que disminuya el amperaje, llegará a ser notorio que ya no hay suficiente calor para fundir el metal de base. Observará usted también que, a medida que el electrodo se quema, ya no se funde con el metal de base. En lugar de eso, permanece sobre la superficie en forma de salpicaduras.

Invierta ahora el proceso, elevando gradualmente el amperaje. En varios pasos, aumente la calibración de la máquina en 5 amperes. Forme un cordón corto en cada ocasión. Notará usted que, a medida que el amperaje se eleva, el arco se vuelve más

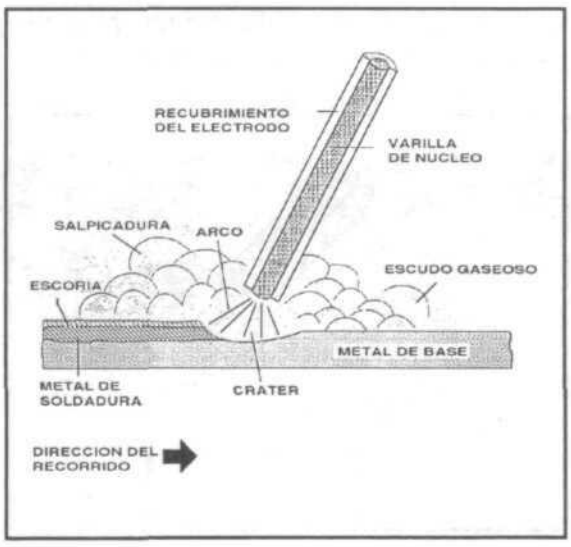


Fig. 39-12. Diagrama de soldadura.

caliente y el electrodo se funde más aprisa. Este experimento le permite apreciar la importancia de usar el calor adecuado para realizar una soldadura resistente.

Recuerde usted los trucos para hacer una buena soldadura. Escuche el sonido del arco. Debe tener un tono agudo y crujiente, como el sonido de la madera al quemarse.

La Figura 39-12 muestra el aspecto del arco, del cráter, del metal de base, de las salpicaduras y de la varilla de núcleo.

Familiarícese con este dibujo. De esa manera, sabrá qué tipo de soldadura está usted haciendo y qué ocurre en realidad en el proceso.

Para hacer buenas soldaduras, debe usted saber manejar el electrodo, además de conocer ciertas características de la soldadura. Es especialmente importante saber en qué consiste una buena soldadura y qué determina que la soldadura sea mala. En la lista siguiente se mencionan algunos elementos importantes para una buena soldadura.

Electrodos correctos. La elección del electrodo implica consideraciones como las siguientes:

la posición de la soldadura

la porosidad del metal base y el diámetro del electrodo

el tipo de unión

el valor de la corriente

Puesto que se fabrican muchos tipos de electrodos, usted debe saber qué puede esperar de ellos. Cuando conozca las características de cada uno, podrá escoger exactamente el que necesite para el trabajo. Sin el electrodo adecuado, realmente no es posible hacer el mejor trabajo, no importa cuan hábil sea usted en las técnicas de soldadura.

Longitud correcta del arco. Si el arco es demasiado largo, el metal del electrodo se funde, formando grandes gotas que se bambolean de un lado a otro a medida que el arco oscila. Esto produce un cordón ancho, irregular y salpicado, con muy poca fusión.

Cuando el arco es demasiado corto, no

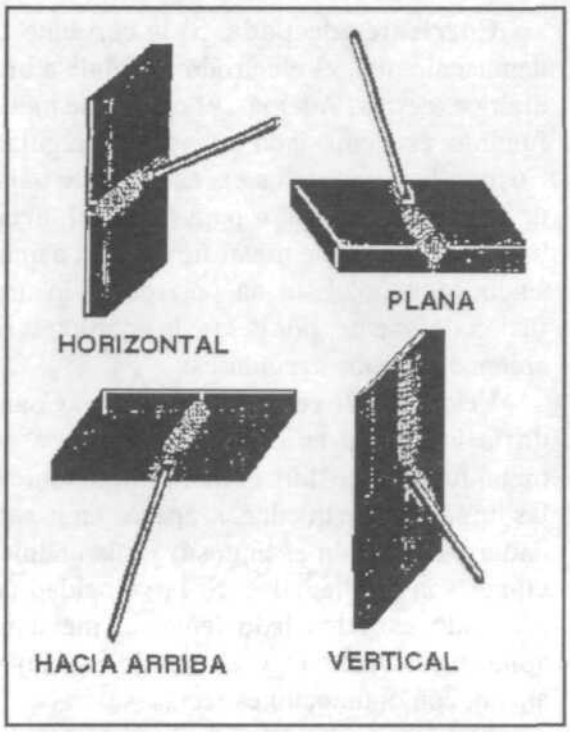


Fig. 39-13. La soldadura puede realizarse en cualquier posición, pero es más fácil cuando se hace en posición plana.

logra generar suficiente calor para fundir adecuadamente el metal base. Además, las varillas del electrodo producen con frecuencia un cordón elevado y desigual, con ondulaciones irregulares. La longitud del arco depende del tamaño de los electrodos y del tipo de soldadura que se realice. Así, pues, cuando los electrodos son de pequeño diámetro se necesita un arco más corto que cuando se utilizan electrodos más grandes.

La longitud del arco suele ser aproximadamente igual al diámetro del electrodo. Por ejemplo, un electrodo con 1/8 de pulgada (0.31 cm) de diámetro debe tener una longitud de arco de 1/8 de pulgada. Se necesita un arco sumamente corto para la soldadura vertical hacia arriba, porque así se evita que entren impurezas en la soldadura. Un arco grande permitiría que el nitrógeno y el oxígeno fluyeran en la corriente del arco. Cuando el arco es demasiado grande, el calor de la corriente del arco sale con demasiada rapidez, lo que provoca muchas salpicaduras.

Corriente adecuada. Si la corriente es demasiado alta, el electrodo se funde a una altura excesiva. Además, el charco de metal fundido es demasiado grande e irregular. Cuando la corriente es excesivamente baja, no hay suficiente calor para fundir el metal base y el charco de metal fundido es demasiado pequeño. Esto da por resultado una fusión deficiente, por lo que los cordones se apilan en formas irregulares.

Velocidad de recorrido correcta. Cuando la velocidad es excesiva, el charco de metal fundido no dura el tiempo suficiente y las impurezas se quedan atrapadas en la soldadura. El cordón es angosto y sus ondulaciones son puntiagudas. Si la velocidad de recorrido es demasiado lenta, el metal se apila excesivamente y el cordón es alto y ancho, con ondulaciones rectas.

Ahora que sabe usted lo que debe buscar en una serie de cordones cortos, hagamos algunos cordones continuos. Comience con un fragmento de placa de 1/4 de pulgada (0.63 cm) de espesor, 4 pulgadas (10.16 cm) de ancho y 6 pulgadas (15.24 cm) de largo. Con la piedra de jabón dibuje varias líneas a intervalos de 3/4 de pulgada aproximadamente.

Use un electrodo E6010 de 1/8 de pulgada y utilice la polaridad inversa. Encienda su fuente de corriente y asegúrese de que la pinza de conexión a tierra está conectada a la mesa de trabajo. Coloque su electrodo en el maneral. Encienda el arco, ya sea por fricción o con golpes ligeros. Los soldadores derechos trabajan de izquierda a derecha, mientras que los zurdos lo hacen de derecha a izquierda.

Sostenga el electrodo a 15 grados hacia la dirección del recorrido. Encienda el arco, conservando una longitud mínima de arco de 1/8 de pulgada (0.31 cm). Haga el recorrido lentamente, observando la parte posterior del cordón y las ondulaciones que se forman en él. Si se mueve con demasiada rapidez, la mezcla de metal fundido se volverá alargada. Si se mueve demasiado lentamente, la mezcla de metal fundido se hará demasiado ancha y se acumulará excesivamente el calor.

Recuerde que, mientras realiza la soldadura, el electrodo se está consumiendo. Tendrá que mantener constante una longitud de arco de 1/8 de pulgada.

Continúe a lo largo de toda la línea trazada en el metal, hasta que complete un cordón continuo. Después de hacer cada cordón, apague la máquina, tome el martillo de cincelar y golpee la soldadura. Después, tome el cepillo de alambre, limpie la soldadura y examine cada cordón. Todos ellos deben ser uniformes, con un diámetro de 3/8 de pulgada aproximadamente. Los cordones no deben tener una forma irregular, deben ser planos y lisos. Practique esta operación hasta que pueda usted hacerla con facilidad.

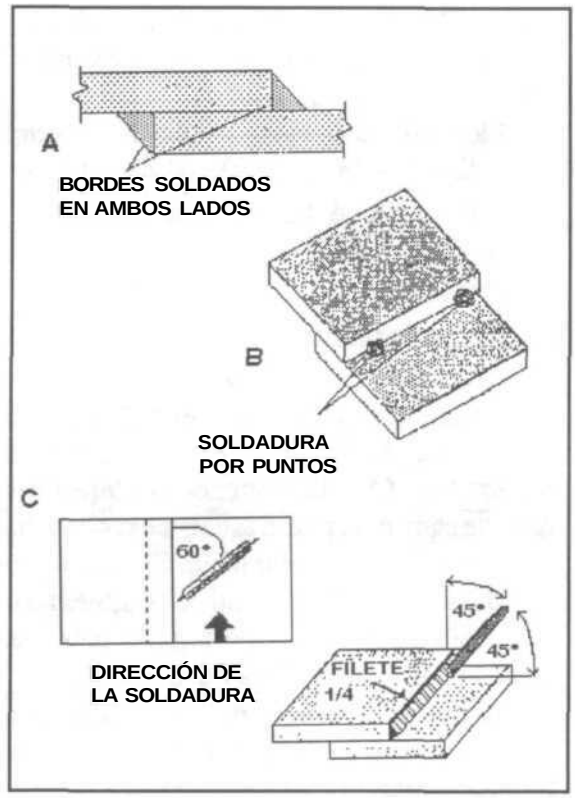


Fig. 39-14. Soldaduras. Soldadura de recubrimiento con los bordes soldados para mayor resistencia (A). Soldadura por puntos *(B).* Soldadura de filete o en ángulo (C).

Aunque es cierto que la soldadura puede realizarse en cualquier posición, la operación será más sencilla si puede usted colocar las piezas en una posición plana. Cuando se colocan en esta forma, la soldadura puede hacerse con mayor velocidad, el metal fundido tiene menos tendencia a correrse y se asegura una mejor penetración. Lo más importante es que el trabajo resulta menos cansado.

A simple vista, puede parecer que algunas estructuras requieren la soldadura vertical, horizontal y hacia arriba. Sin embargo, después de un examen cuidadoso, es posible que consiga usted colocarlas en posición plana.

Soldaduras de recubrimiento

Ahora que ya domina usted los cordones longitudinales en posición plana, tratemos de hacer otra unión. Esta se llama soldadura de recubrimiento o soldadura a solapa. Es uno de los tipos de uniones que se utilizan más comúnmente en soldadura. También resulta muy sencilla porque no se necesita hacer operaciones de biselado o fresado. Como siempre, comience con una superficie limpia y uniformemente alineada.

La unión consiste en superponer un borde sobre el otro. La cantidad de superposición depende del grueso de las placas y de la resistencia que requiera la pieza soldada. Por regla general, cuanto más gruesas sean las placas, tanto mayor tendrá que ser la superficie de superposición. Esto tiene el propósito de proporcionar suficiente apoyo para impedir que las placas se flexionen. Cuando la estructura está sujeta a grandes fuerzas flexionantes, recomendamos que se suelden ambos bordes de la unión, como se ilustra en la Figura 39-14 (A).

La unión de recubrimiento se adapta a todo tipo de trabajo estructural, a la fabricación de muchas piezas y también a las reparaciones. Por ejemplo, puede emplearse una unión de recubrimiento cuando se intenta unir una serie de placas o reforzar algún otro miembro estructural. Puesto que la unión de recubrimiento vuelve más rígida la estructura cuando las placas se superponen, este método se utiliza en la construcción de tanques y barcos.

Para practicar la soldadura de unión de recubrimiento en un solo paso, consiga dos trozos de placa de acero de 3/16-pulgadas o 1/4-pulgada. El término un solo paso significa la formación de cordones con capas de un solo depósito. Los pasos múltiples se llevan a cabo cuando la soldadura se realiza acumulando más de una capa.

Utilice un electrodo de 1/8-pulgada y ajuste la máquina a la corriente adecuada, probablemente alrededor de 90 amperes. Sujete con puntos los extremos de las placas. La soldadura de puntos se realiza depositando varios cordones cortos en los extremos de las placas, para mantenerlas en la posición adecuada, según se muestra en la Figura 39-14 (B).

Una vez que las placas estén debidamente colocadas con puntos de soldadura, haga un filete de 1/4-pulgada a lo largo del borde.

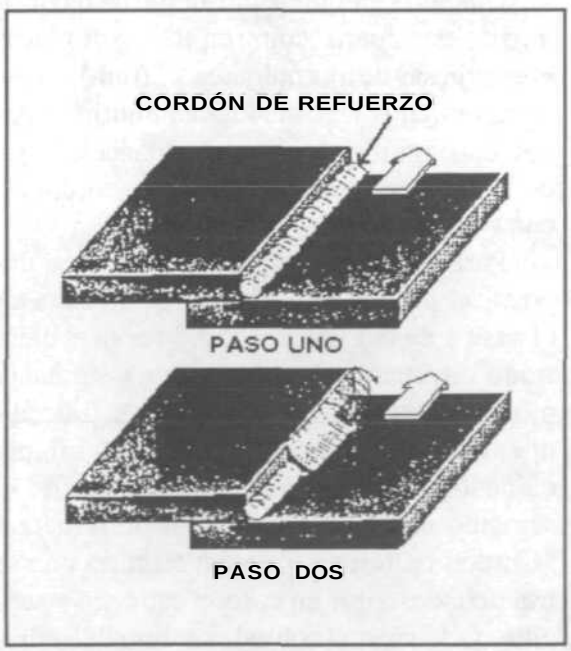


Fig. 39-15. Una buena unión de recubrimiento con filete.

Sostenga el electrodo a un ángulo de 45 grados en la dirección de la soldadura. Consulte la Figura 39-14 (C).

Pase varias veces el electrodo, manteniendo el arco durante un período ligeramente mayor sobre la placa inferior. Asegúrese de que la fusión sea completa en las raíces o el punto de unión. La raíz se encuentra en el punto medio de la unión. Evite las superposiciones de la superficie superior. Observe cuidadosamente el cráter para evitar que haya cualquier socavamiento en la placa inferior. Un filete bien hecho se muestra en la Figura 39-15.

La técnica de oscilación es muy sencilla. Basta que mueva usted el electrodo de un lado al otro, que cuente 1,001...1,002, y que después lo coloque en el otro lado y vuelva a contar 1,001, 1002. La razón por la que se recomienda detenerse en los lados es que así se garantiza que en el metal base se depositará la cantidad suficiente de metal. Esta técnica es muy fácil de aprender. Es una forma rápida de depositar gran cantidad de soldadura en la superficie sin tener que formar refuerzos.

Cuando se requiere una unión de recubrimiento extrafuerte, como en el caso de placas muy gruesas de tres pulgadas (7.6 cm) o más, se recomienda la soldadura en múltiples pasos. Eso significa que se depositan a lo largo de la costura dos o más capas de cordones, con cordones superpuestos.

Para efectuar este tipo de soldadura, deposite el primer cordón como se muestra en el paso 1 de la Figura 39-15. Mueva el electrodo directamente por la costura sin hacer movimientos oscilatorios. (A este procedimiento se le llama un paso de raíz.) Limpie cuidadosamente la soldadura y deposite el segundo paso sobre el cordón de refuerzo. "Cordón de refuerzo" es un término que se usa para describir un cordón estrecho y sencillo que se forma sobre la costura de ambas placas. Se muestra un cordón de refuerzo en el paso 1 de la Figura 39-15. Durante el segundo paso, haga movimientos de vaivén con el electrodo, haciendo una breve pausa en la cima de cada ciclo, para permitir que se deposite una cantidad adicional de metal, como se ilustra en la Figura 39-15.

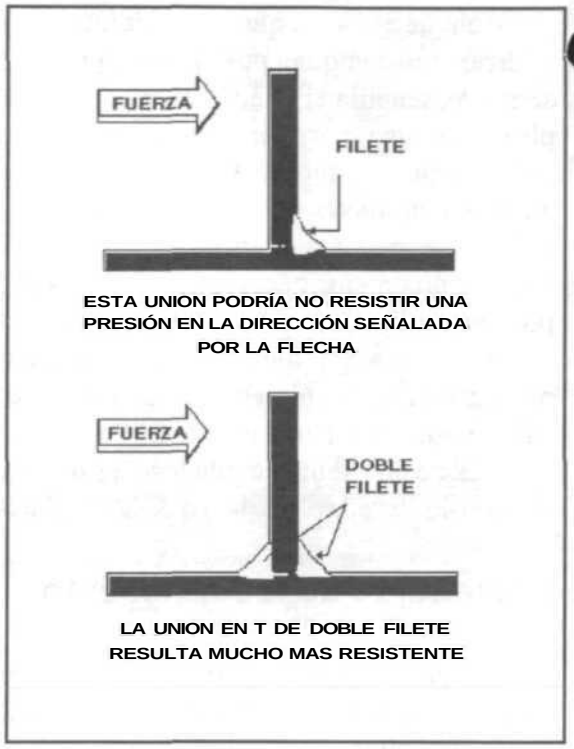


Fig. 39-16. Filete en T.

Uniones en T de un solo paso

La soldadura de filete en T se usa con frecuencia para hacer formas perpendiculares y enrolladas. La resistencia de la unión en T depende de que los bordes de las juntas queden íntimamente unidos. Observe que no se debe usar una unión en T cuando ésta va a estar sujeta a fuertes tensiones provenientes de la dirección contraria a la costura de soldadura. En esa situación, refuerce la unión con un doble filete, o sea, una soldadura que se aplica a ambos lados de la unión, como se ilustra en la Figura 39-16.

Para practicar la soldadura de una unión en T, consiga dos trozos de placa metálica de 3/16-pulgada (0.47 cm) por 1/4-pulgada (0.63 cm). Coloque la placa vertical en medio de la placa horizontal y sujete cada extre-

mo con puntos de soldadura. Deposite a lo largo del borde una unión de filete de 1/4 de pulgada. Avance en línea recta sin hacer movimientos oscilatorios. Apunte el extremo del electrodo hacia la porción terminada de la soldadura y haga el recorrido con suficiente rapidez como para mantenerse siempre adelante del charco de metal fundido. Concentre más el arco en la placa inferior para impedir socavaciones en la placa superior.

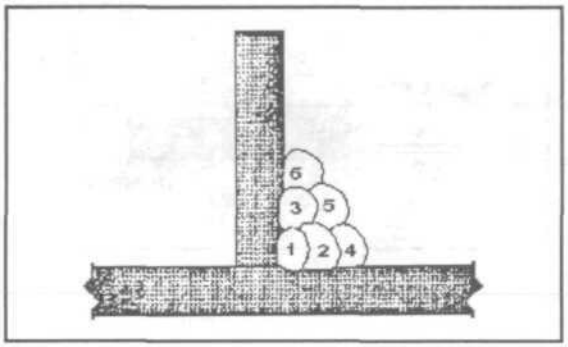


Fig. 39-17. Junta de filete para darle mayor resistencia a la junta en T.

Cuando se necesita una unión en T muy resistente, haga el filete más ancho a lo largo de la costura o el paso de raíz. Puede obtener un fílete más ancho formando varias capas, como se ilustra en la Figura 39-17.

Deposite el primer cordón tal como se describió en el caso de la formación de cordones en un solo paso. Retire la escoria y deposite el segundo cordón sobre el primero. Haga oscilar ligeramente el electrodo para asegurar la soldadura y conseguir la anchura adecuada del filete. Si es necesario, deposite capas adicionales para tener un filete del tamaño adecuado. Cerciórese de limpiar la escoria después de cada paso.

Soldadura de la esquina exterior

Las soldaduras en esquinas exteriores, como se muestra en la Figura 39-18, se usan cuando es necesario que dichas esquinas sean lisas y redondeadas. Esto sucede con frecuencia en la construcción de objetos de forma rectangular, como tanques de depósito, muebles de metal y diversas secciones de máquinas.

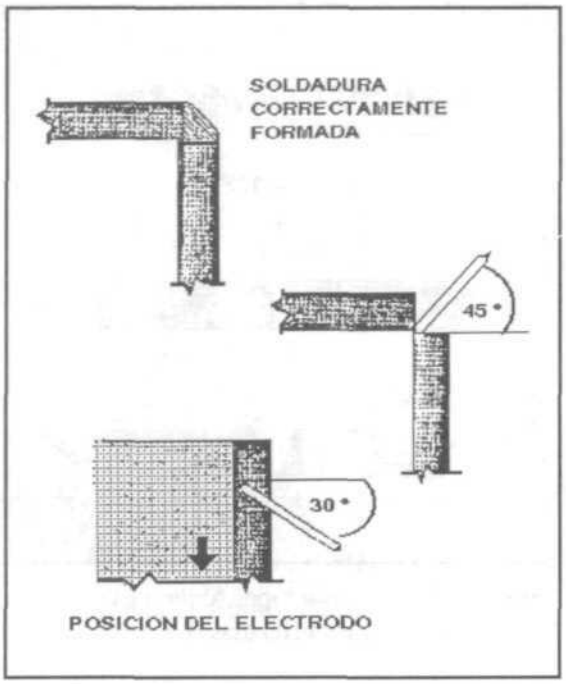


Fig. 39-18. Posición del electrodo para la soldadura de una esquina exterior.

Para hacer la soldadura de una esquina exterior, una con puntos de soldadura las dos placas y forme un cordón a lo largo del borde, sosteniendo el electrodo como se ilustra en la Figura 39-18.

En material ligero o mediano, suele ser suficiente con un solo cordón. Los materiales pesados requerirán probablemente una serie de pasos para rellenar la esquina.

La junta a tope

La junta a tope se usa frecuentemente con piezas estructurales que tienen superficies planas, tales como tanques de depósito, calderas y diversas piezas de maquinaria. La unión puede ser abierta, cerrada o con los bordes biselados, como se aprecia en la Figura 39-19.

En la junta a tope cerrada, los dos bordes de las placas están en contacto directo entre sí. Esta unión es adecuada para soldar placas de acero cuyo espesor no sea mayor de 3/16 de pulgada. El metal más pesado sólo puede ser soldado si las máquinas tienen suficiente capacidad de amperaje y electrodos pesados.

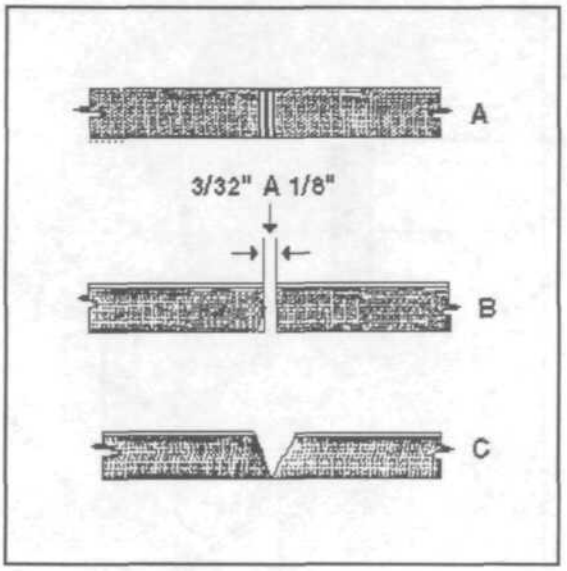


Fig. 39-19. Juntas a tope. Abierta *(A).* Cerrada *(B).* Juntas biseladas (C).

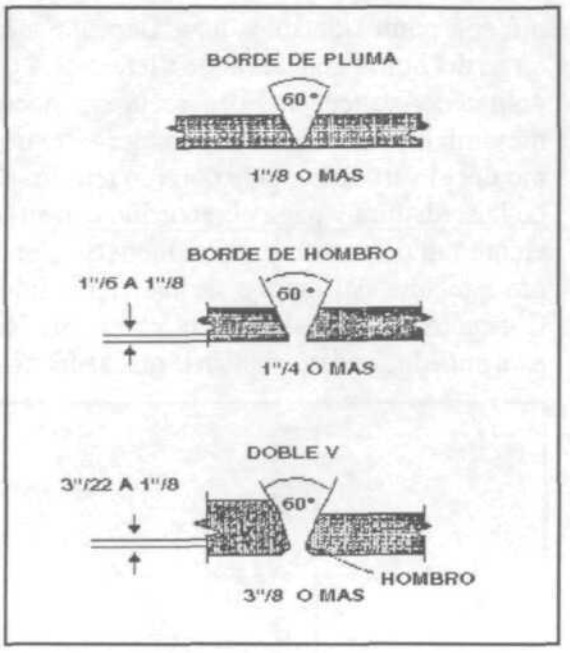


Fig. 39-20. Diversos bordes biselados.

Recuerde que, en materiales pesados, es difícil lograr una soldadura resistente con un solo paso.

En la junta a tope abierta, los bordes están ligeramente separados, de 3/32 (0.23 cm) a 1/8 de pulgada (0.31 cm), para permitir la expansión. Debajo de la junta suele haber una tira de respaldo o un refuerzo de acero de desperdicio, cobre o ladrillo. La franja de respaldo impide que los bordes inferiores se quemen.

Cuando el espesor del metal es mayor de 1/8 de pulgada, los bordes de la junta a tope deben ser biselados. Esta operación puede hacerse cortando los bordes con un soplete o puliéndolos con una rueda de esmeril. Los ángulos no deben ser mayores de 60 grados. Para limitar la cantidad de contracción que se produce cuando el metal se enfría, los bordes pueden configurarse de muchas maneras, como se muestra en la Figura 39-20.

Observe que, en metal pesado de 3/8 de pulgada o más, las piezas son biseladas por ambos lados. Este tipo de biselado asegura una mejor penetración.

Algunas veces la junta a tope se realiza soldando piezas de diferente espesor. En estos casos, ajuste la posición del electrodo para que la mayor parte del calor se concentre en la placa más gruesa.

Cuando se forma un cordón con múltiples pasos en una unión en V, sostenga el electrodo dentro del surco, para que casi toque ambos lados de la unión. Mueva su electrodo con suficiente rapidez para impedir que la escoria regrese a la soldadura terminada. De lo contrario, la escoria puede quedar atrapada en el fondo de la soldadura, impidiendo así una buena fusión.

Otras técnicas de soldadura

En trabajos grandes, es prácticamente imposible soldar en posición plana. En algunas ocasiones, el operador de soldadura trabajará en posición horizontal, vertical o hacia arriba.

Soldadura horizontal

La soldadura horizontal requiere un arco ligeramente más corto que la posición plana. El arco más corto reduce la tendencia del metal fundido a correrse y a provocar super-

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Si el arco es demasiado_____, el metal del electrodo se funde, formando grande gotas que se bambolean de un lado a otro a medida que el arco oscila.
2. Si la corriente es demasiado_____, el electrodo se funde a una altura excesiva.
3. En un soldadura de recubrimiento, la cantidad de superposición depende del_____ de las placas y de la resistencia que requiera la pieza soldada.
4. La soldadura de_____se usa con frecuencia para hacer formas perpendiculares y enrolladas.
5. La junta a tope se usa frecuentemente con piezas estructurales que tienen superficies _____.

Respuestas

1. largo 2. alta 3. grueso 4. filete T 5. planas

posiciones. La superposición se produce cuando el metal fundido fluye hacia el lado inferior del cordón y se solidifica en la superficie sin penetrar realmente en el metal.

El corrimiento de la mezcla suele dejar una socavación en la parte superior de la costura, y produce cordones débiles y mal formados. Así, pues, para la soldadura horizontal, sostenga el electrodo apuntando hacia arriba cinco o diez grados e inclínelo unos 20 grados con respecto al cordón de depósito, como se muestra en la Figura 39-21.

Emplee un estrecho movimiento de vaivén cuando tienda los cordones. Al hacer oscilar el electrodo, el calor se distribuirá más uniformemente, impidiendo así un mayor corrimiento de la mezcla de metal fundido.

Para depositar cordones rectos en posición horizontal, consiga una placa de 1/4 de pulgada y trace líneas a intervalos de media pulgada. Asegure la placa al banco de trabajo en posición vertical. Fije ahora la placa, con puntos de soldadura, a un trozo plano de material para mantenerla en su lugar. Ajuste

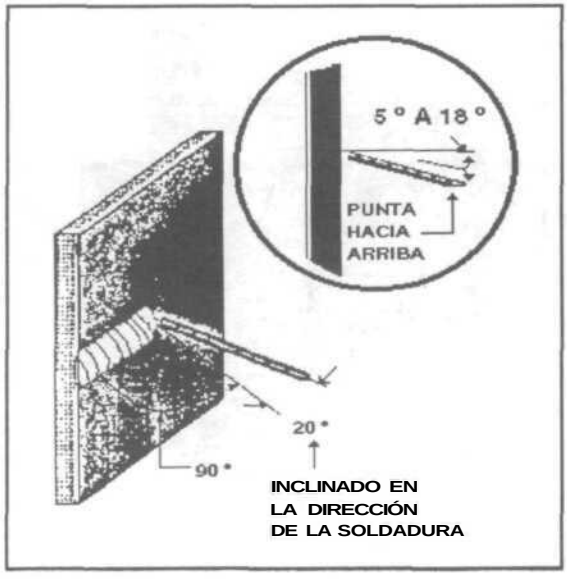


Fig. 39-21. Soldadura horizontal.

la máquina a la corriente correcta, 85 amperes aproximadamente, 6010, polaridad inversa. Tienda un cordón, empezando a la izquierda de la placa y trabajando hacia la derecha. Invierta la dirección y forme ahora un cordón de derecha a izquierda. Practique esta operación hasta que pueda hacer cordones uniformes, sin superposiciones ni socavaciones.

Para hacer una junta de recubrimiento de un solo paso en posición horizontal, una con puntos de soldadura dos trozos de placa de metal de 1/4 de pulgada, a fin de formar dicha junta. Asegure la pieza en posición vertical, tal como se muestra en la Figura 39-22.

Forme un cordón sencillo a lo largo del borde, con un ligero movimiento oscilatorio. Observe cuidadosamente la placa para evitar cualquier socavación. Continúe esta operación para hacer otras juntas de recubrimiento, hasta que logre hacer una soldadura satisfactoria.

Cuando suelde una junta a tope en múltiples pasos en posición horizontal, consiga dos trozos de placa metálica de 1/4 de pulgada y bisele un extremo de la placa. Una con puntos de soldadura las dos placas para formar una junta a tope, dejando 1/16 de pulgada de espacio entre ellas. Esto se llama abertura de la raíz. Asegure las placas en posición vertical, con el borde biselado hacia arriba, como se aprecia en la Figura 39-23.

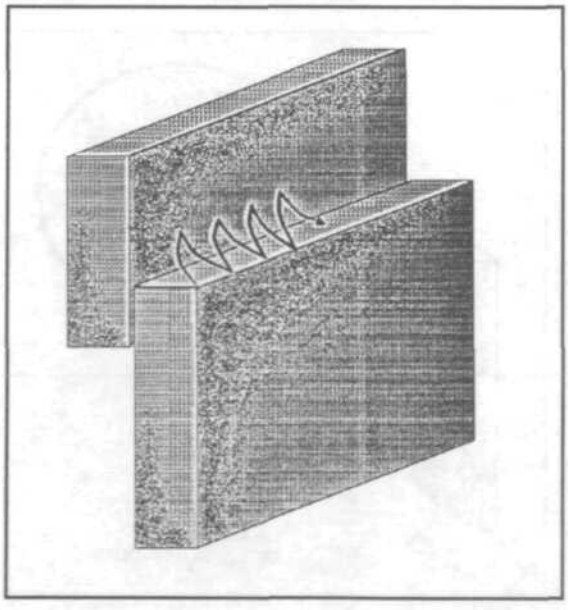


Fig. 39-22. Junta a tope de un solo paso en posición horizontal..

La placa que NO está biselada debe colocarse en la parte inferior. El borde plano sirve como retén. Esto ayuda a impedir que el metal fundido se salga de la unión. Deposite el primer cordón en la raíz de la unión. Retire la escoria y deposite el segundo cordón. Prosiga después con el tercero.

Haga una soldadura similar en material más pesado, usando placas de 3/8 o 1/2 pulgada. Bisele el borde de la pieza a un ángulo de 20 grados y el borde de la otra a unos 50 grados. Una las dos piezas con puntos de soldadura, dejando una abertura de raíz de 1/16 de pulgada. Asegure la junta en posición vertical para que la placa que tiene el bisel de 20 grados quede en la mitad inferior. Siga depositando todas las capas de cordón que se requieran, como se muestra en la Figura 39-24.

Soldadura vertical

Muchas estructuras, como los puentes de acero y metal, los tanques de depósito, las tuberías, los barcos y la maquinaria, requieren soldaduras verticales. Como usted sabe, la soldadura vertical es aquella en que la

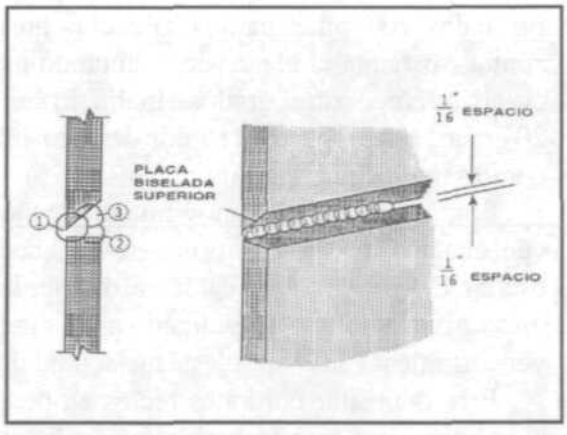


Fig. 39-23. Soldadura de una junta a tope de múltiples pasos en posición horizontal.

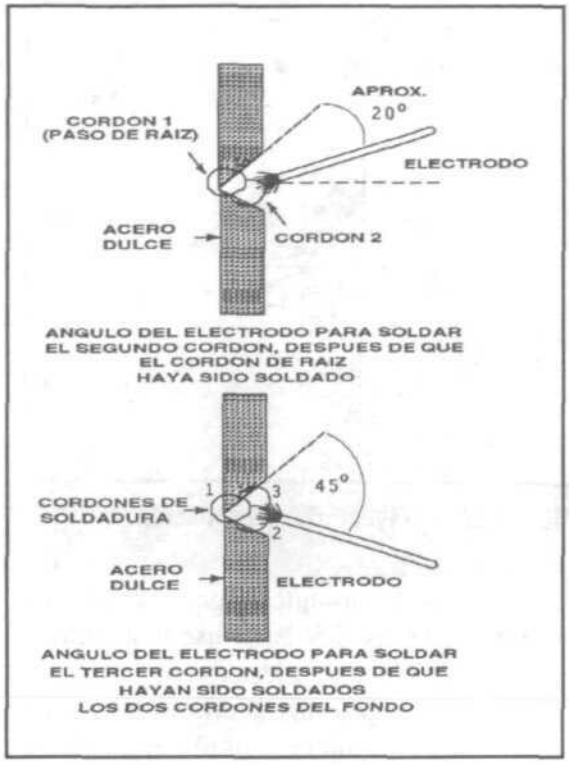


Fig. 39-24. Ángulo del electrodo.

costura se extiende hacia arriba y hacia abajo.

La soldadura vertical se realiza depositando los cordones en dirección ascendente o descendente. La soldadura descendente es muy práctica en el caso de metales de calibre ligero, pues su penetración es superficial. Esto permite una soldadura suficientemente fuerte sin que se queme el metal. Por consiguiente, la soldadura descendente es más rápida, lo cual es una consideración importante en el trabajo de producción.

En el caso de placas pesadas, con espesores de 1/4 de pulgada o más, la soldadura ascendente resulta mucho más práctica. Puesto que se obtiene una mayor penetración, la soldadura ascendente permite también formar un retén donde pueden colocarse las distintas capas de cordones.

Soldadura descendente. Para realizar la soldadura descendente, incline el electrodo como se muestra en la Figura 39-25. Empiece en la parte superior de la costura, avanzando hacia abajo con poco o ningún movimiento de vaivén. Si se requiere una ligera oscilación, mueva el electrodo para que la porción cóncava quede en la parte superior.

Soldadura ascendente. Para la soldadura ascendente, comience con el electrodo en ángulo recto, con respecto a las placas. Baje después la regla del electrodo, manteniendo la punta en su lugar hasta que éste forme un ángulo de 10 a 15 grados.

Para formar cordones derechos en posición vertical, consiga una placa de 1/4 de pulgada y marque en ella una serie de líneas rectas. Asegure la pieza a la cabina, de modo que las líneas queden en posición vertical. Utilice un electrodo E6010 con polaridad inversa a unos 85 amperes. Encienda el arco en la parte inferior de la placa. A medida que el metal se vaya depositando, mueva la punta del electrodo hacia arriba con un movimiento de vaivén.

Al mecer el electrodo no rompa el arco. Hágalo oscilar simplemente con un movimiento de la muñeca para que el arco se mueva adelante de la soldadura, con suficiente tiempo para que aquella se solidifique. Regrese al cráter y repita la operación, trabajando sobre la línea hasta llegar a la parte superior de la placa. Recuerde que no debe

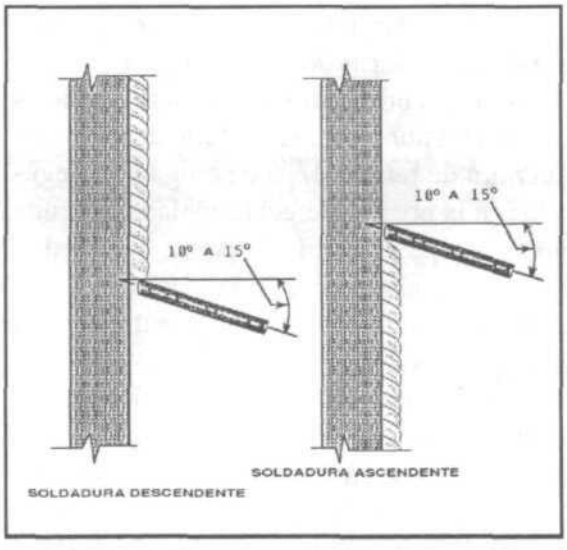


Fig. 39-25. Los ángulos del electrodo para soldaduradescendenteyascendenteson similares.

romper el arco mientras mueve el electrodo hacia arriba. Deje pasar el tiempo suficiente para impedir que algún depósito de metal se solidifique y forme un retén donde pueda depositarse un volumen adicional de metal. Siga formando cordones, de la parte inferior a la superior, hasta que la línea sea tersa y de anchura uniforme. Esto se conoce como la técnica del latigazo.

Cuando se depositan cordones verticales con movimiento de vaivén, es necesario formar cordones de distinta anchura. El ancho del cordón puede controlarse empleando alguna de las formas de oscilación que se muestran en la Figura 39-26.

Cada una de esas formas le permitirá hacer un cordón cuya anchura será de casi el doble del diámetro del electrodo. Observe que cada oscilación se realiza de modo que el electrodo pueda hundirse en el metal, en la parte inferior de cada pasada. El movimiento ascendente aleja el calor hasta que la soldadura logra solidificarse. Cuando se requiere una soldadura tersa en el paso final de una unión ancha, debe emplearse un cordón de limpieza.

Antes de aplicar estos movimientos oscilatorios, practíquelos sobre una placa vertical. Prosiga con esta práctica hasta que sea capaz de depositar un cordón terso.

Para soldar una junta a tope vertical, consiga dos placas de 1/4 de pulgada y bisele sus bordes a un ángulo de 60 grados. Una las placas con puntos de soldadura, dejando una abertura de raíz de 1/16 de pulgada. Asegúrelas en la posición erecta señalada para una junta a tope vertical. Deposite un cordón recto en la abertura de raíz, formando después capas adicionales, como se muestra en la Figura 39-27.

No deje de limpiar la escoria después de formar cada cordón. A usted le interesa cerciorarse de que exista una buena fusión entre los cordones y los lados de cada cordón, doblando la pieza en una prensa de banco.

Trate de hacer otra junta a tope usando placas de 3/8 de pulgada o de 1/2 pulgada.

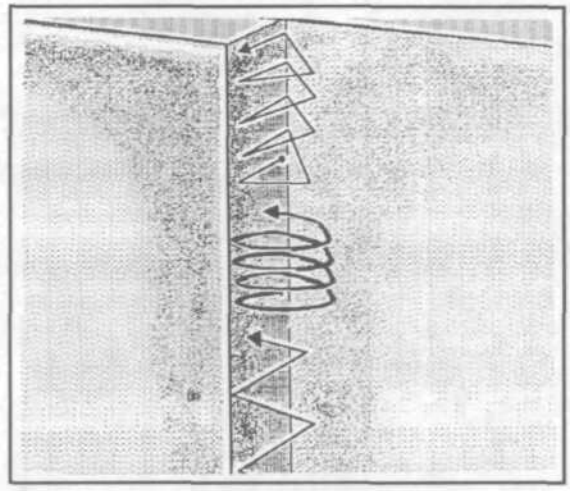


Fig. 39-26. Trayectoria de oscilación.

Bisele el borde para que tenga un ángulo de 60 grados. En esta ocasión use una cara de raíz de 1/8. Una las piezas con puntos de soldadura, dejando una abertura de raíz de 1/8 de pulgada. Sujete la unión en posición vertical. Deberá utilizar una franja o tira de respaldo. (Como dijimos anteriormente en esta lección, la tira de respaldo es un trozo de metal que se coloca en el reverso de la pieza y cubre la raíz.) Deposite las capas necesarias de cordones y termine la operación con un buen cordón de limpieza.

Para hacer una unión en T vertical, comience con dos trozos de placa de 1/4 de pulgada de espesor. Únalas con puntos de soldadura, formando una unión en T. Deposite un cordón recto y estrecho en la raíz,

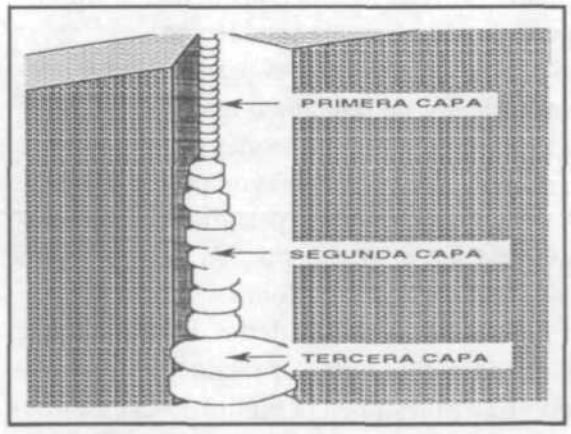


Fig. 39-27. Soldadura de una junta a tope vertical.

empleando un movimiento de vaivén. Retire la escoria y tienda una o dos capas adicionales, como se ilustra en la Figura 39-28.

Observe que la técnica descendente resulta más práctica cuando se suelda metal de calibre ligero en posición vertical. Sin embargo, con placas de 1/4 de pulgada de espesor cuando menos, se obtienen mejores resultados al aplicarse la técnica ascendente. El balanceo del electrodo producirá un mejor control de la mezcla de metal fundido en la soldadura ascendente. En el caso de uniones de surco, deposite siempre el primer cordón a bastante profundidad, dentro de la abertura de raíz.

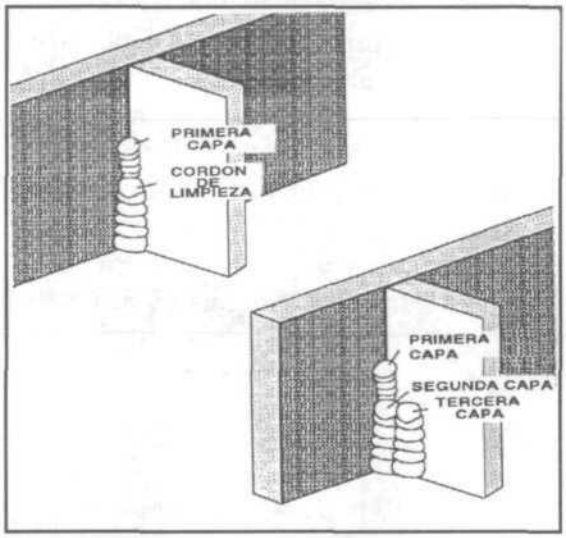


Fig. 39-28. Cordones de una unión en T vertical.

Soldadura hacia arriba

La soldadura hacia arriba es probablemente la operación más difícil de dominar. La dificultad estriba en que usted debe adoptar una posición incómoda y, al mismo tiempo, tiene que trabajar contra la gravedad. En la posición hacia arriba, la mezcla de metal fundido tiende a caer. Por esa razón, resulta más difícil asegurar la formación de cordones uniformes y la penetración adecuada. A pesar de todo, con un poco de práctica es posible realizar trabajos de soldadura tan resistentes y bien hechos como los que se llevan a cabo en otras posiciones.

Para empezar, necesitará usted una buena pareja para tener éxito. Desgraciadamente no lo estamos invitando a ningún baile. Se trata de otro tipo de pareja, como se ilustra en la Figura 39-29. Su pareja será un sistema de soporte que puede ajustarse para cualquier altura.

En primer lugar, coloque el electrodo en el maneral y sosténgalo en ángulo recto con respecto a la costura. Incline la parte posterior del electrodo, separándola del cráter, hasta que forme un ángulo de 10 a 15 grados, como se muestra en la Figura 39-30.

La línea de soldadura puede estar en cualquier dirección, hacia adelante, hacia atrás, a la izquierda o a la derecha. Tome el maneral de modo que los nudillos de sus dedos queden hacia arriba y la palma de la mano hacia abajo. Esto impide que las partículas de metal fundido queden atrapadas en el hueco de la palma o en el surco. Para tener la mayor protección posible contra las chispas que caen o el metal caliente que gotea, no se coloque directamente debajo del arco, sino a un lado del mismo. Si realiza la soldadura estando de pie, puede apoyar el cable sobre su hombro. Si lo hace sentado, puede colocarlo sobre sus rodillas.

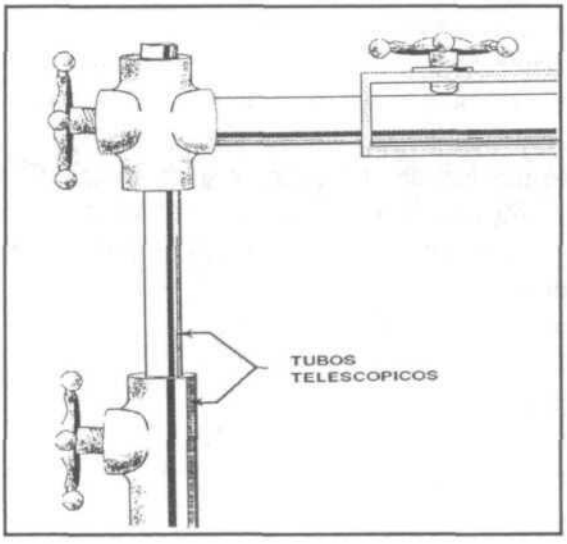


Fig. 39-29. Soporte utilizado para la soldadura hacia arriba.

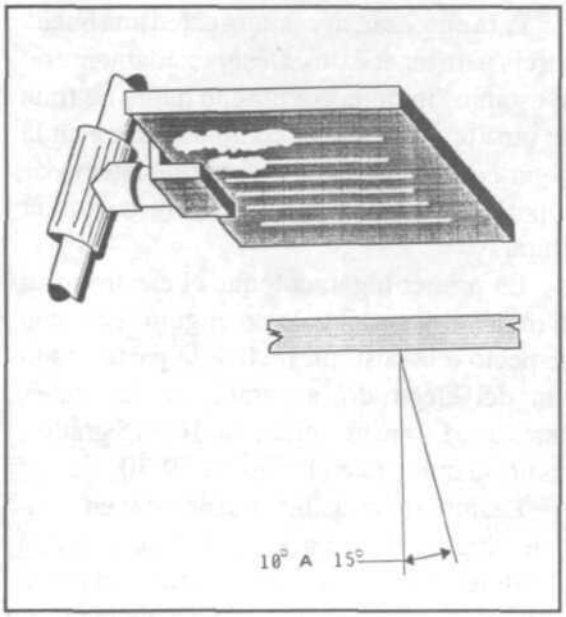


Fig. 39-30. Posición del soporte para la soldadura hacia arriba.

Para formar cordones rectos de soldadura en posición hacia arriba, asegure una placa de 1/4 de pulgada en el soporte superior. Use un E6010, con corriente directa de polaridad inversa, de 75 a 80 amperes aproximadamente. Haga una serie de cordones rectos, balanceando el electrodo en la misma forma que lo hacía en la soldadura vertical. Para impedir que la mezcla de metal fundido gotee, procure que el arco sea lo más corto posible y balancee el electrodo un poco más rápidamente. Siga depositando cordones rectos hasta que adquiera el grado de control apropiado en el manejo de la mezcla fundida. Practique la formación de cordones en una dirección y después en la otra.

Consiga otra placa de 1/4 de pulgada y practique haciendo oscilar el arco como se muestra en la Figura 39-31.

Para soldar una junta de recubrimiento en posición hacia arriba, una con puntos de soldadura dos trozos de placa metálica de 1/4 de pulgada para formar una junta de recubrimiento y sujételas en el soporte para que queden sobre su cabeza. Sostenga el electrodo de modo que corte en dos partes iguales el ángulo que se forma entre las dos placas,

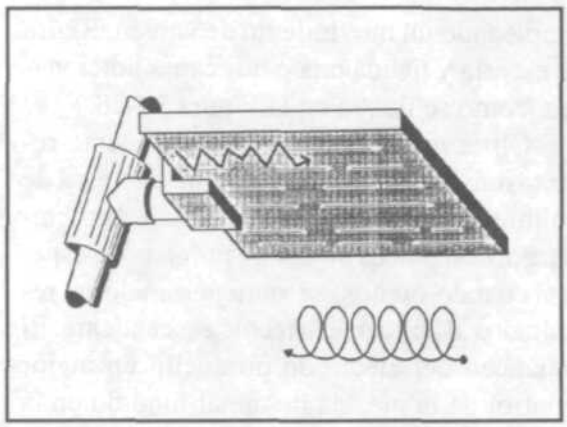


Fig. 39-31. Oscilación del arco en la soldadura hacia arriba.

e inclínelo ligeramente apartándolo del cráter, como se muestra en la Figura 39-32.

Deposite el primer cordón profundamente en la raíz, en el paso correspondiente a la raíz de la unión, usando un movimiento de vaivén con la muñeca; es decir, la técnica del latigazo. Retire la escoria y deposite el segundo cordón en el lado de la placa ya limpia. Retire la escoria y deposite el tercer cordón (use como referencia la Figura 39-32).

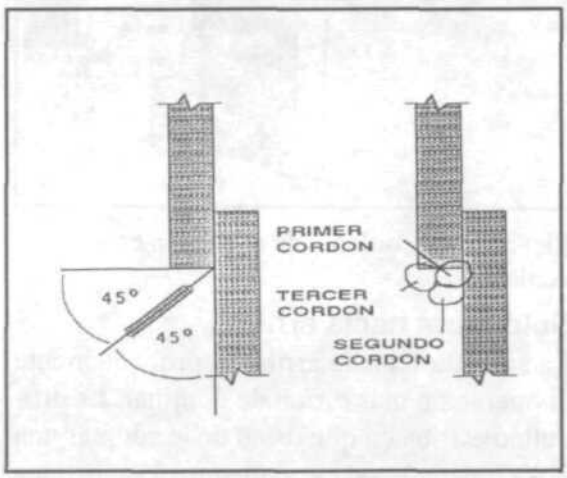


Fig. 39-32. Ángulo para soldar una unión de recubrimiento en la posición hacia arriba.

Cuando suelde una unión en T en posición hacia arriba, una con puntos de soldadura dos placas para formar una unión en T, y sujételas en el soporte superior. Deposite el primer cordón en la raíz, recorte la escoria y deposite dos cordones más, como se muestra en la Figura 39-33.

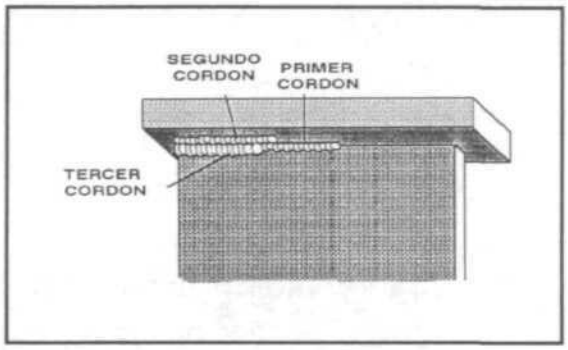


Fig. 39-33. Soldadura de una unión en T en la posición hacia arriba.

Para una junta a tope, que es probablemente la más difícil, bisele los dos bordes de la placa de 1/4 de pulgada y únalas con puntos de soldadura, con un abertura de raíz de 1/16 de pulgada. Sujete la junta en el soporte superior. Deposite tres capas de cordones. Realice una de ellas como su paso de raíz, dentro de dicha raíz, y forme las otras dos junto a la anterior. Superponga cada cordón sobre la mitad del otro. Esto se ilustra en la Figura 39-34.

Recorte la escoria después de cada depósito. Estos son algunos puntos que conviene recordar al hacer soldaduras hacia arriba:

- Incline el electrodo de 10 a 15 grados, separándolo del cráter.

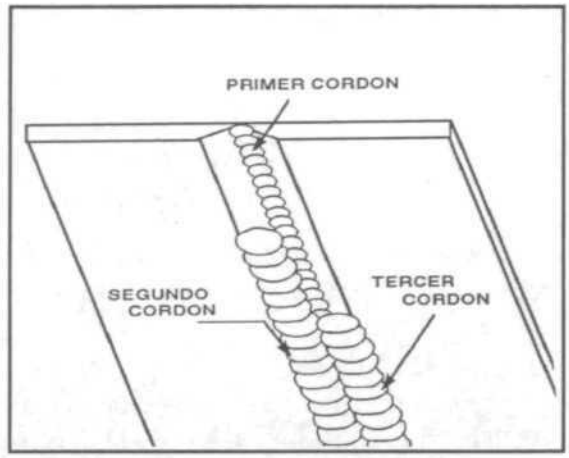


Fig. 39-34. Soldadura de una junta a tope en posición hacia arriba.

- Sostenga el electrodo de modo que los nudillos de sus dedos queden hacia arriba y la palma de su mano quede hacia abajo.

- Coloqúese a un lado del arco y no directamente debajo de él.

- Sostenga el cable sobre su hombro, si realiza la soldadura estando de pie, y sobre sus rodillas si lo hace estando sentado.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Tipo de soldadura que requiere un arco ligeramente más corto que la posición plana. _____
2. Tipo de soldadura en la cual la costura se extiende hacia arriba y hacia abajo. _____
3. Tipo de soldadura que se debe empezar por la parte superior de la costura y avanzar hacia abajo con poco o ningún movimiento de vaivén. _____
4. Tipo de soldadura que debe comenzarse con el electrodo en ángulo recto. _____
5. Tipo de soldadura en el cual se tiene que trabajar contra el efecto de la gravedad terrestre. _____

a. descendente.
b. ascendente.
c. vertical
d. hacia arriba.
e. horizontal.

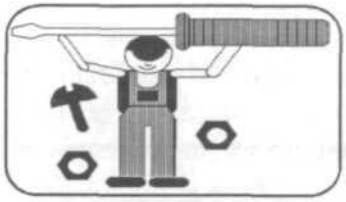
Respuestas

1. e 2. c 3. a 4. b 5. d

Resumen

En esta lección conoció usted en detalle las distintas técnicas de la soldadura eléctrica. Tras una introducción sobre el encendido del arco y las formas de lograrlo, así como sobre los criterios para elegir el tamaño del electrodo, se le enseñó cómo cambiar un electrodo durante la soldadura. De igual modo, se le familiarizó a usted con las diferentes partes de un cordón de soldadura: la cara, las patas, el talón y la raíz de la soldadura. Aprendió asimismo el papel de la escoria en la soldadura, sus aspectos negativos y positivos; y la importancia de la fusión de los cordones y la misión del relleno. Conoció, además, las causas más comunes de una mala soldadura: la escoria atrapada, la porosidad, la fusión incompleta, la socavación y el traslapo o superposición. Está, pues, en condiciones de aprender a dominar las operaciones específicas de la soldadura eléctrica: encendido del arco y formación de un cordón recto. Con este objeto conoció la manera de solucionar una serie de problemas prácticos: el modo de sujetar los electrodos, la manera de formar cordones cortos, los factores que deben considerarse para elegir un electrodo apropiado,

la longitud ideal del arco, el nivel adecuado de la corriente, y la velocidad de recorrido que se debe mantener. Estudió también todo lo relativo a la soldadura de recubrimiento, una de las más utilizadas en soldadura; así como otros tipos de soldadura de consideración: las uniones en T, la soldadura de la esquina exterior y la junta a tope. Al final de la lección, pasó revista a las distintas técnicas de soldar en lo referente a posición del operario: soldadura horizontal, vertical, hacia arriba y hacia abajo. ¡Siga adelante y no vacile en consultar cualquier duda que tenga!



Tareas prácticas

Identificación de las características de los electrodos para soldadura de arco protegido

Materiales que usted necesitará

- 5 varillas de electrodos de diferentes clasificaciones
- la información de esta tarea
- Papel y lápiz

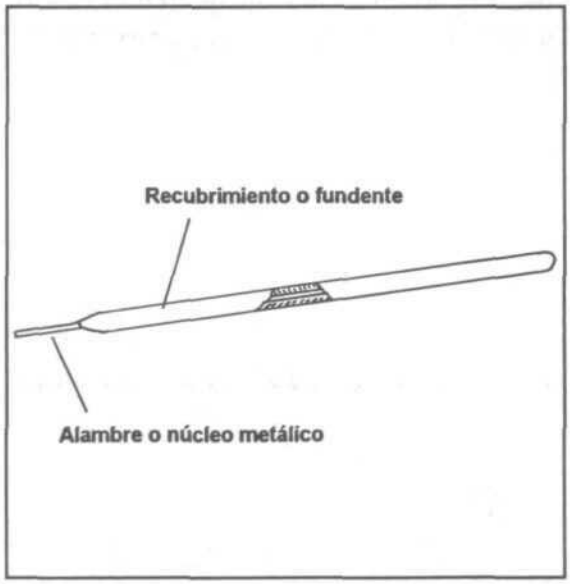
Información previa

En la soldadura de arco metálico protegido (SMAW), se ha introducido el término "electrodo" para designar el metal de aportación, en forma de barra recubierta, que produce el depósito en el material base.

Para el trabajo de soldadura con arco metálico protegido, se emplean electrodos recubiertos, los cuales están compuestos por un núcleo de alambre recubierto de una capa de material químico horneado. El núcleo metálico provee el metal de aporte para soldar los metales que se desean unir, y el recubrimiento químico actúa como atmósfera protectora del metal que se va depositando.

El recubrimiento determina en gran parte las características operativas del electrodo, de tal manera que un mismo número de alambre puede ser usado para la fabricación de diferentes tipos de electrodos. Las adiciones de aleantes en el recubrimiento es lo que diferencia las propiedades físicas del metal depositado.

Al recubrimiento químico se le denomina "fundente", debido a que durante la operación de soldar desoxida y purifica el metal depositado.

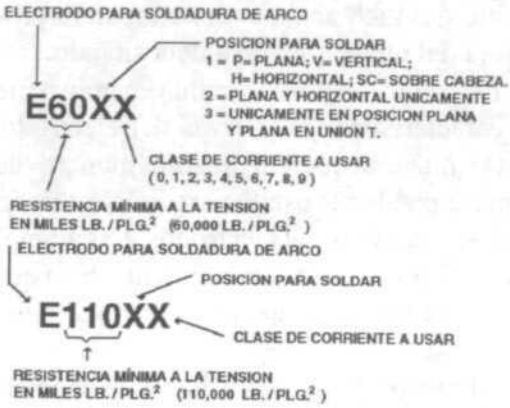


De acuerdo al sistema de clasificación adoptado por la American Welding Society (AWS), los electrodos se clasifican según las características físicas del material depositado puro, de la aplicación, de la posición para soldar y del uso en las diferentes categorías

del material base a soldar.

Para los electrodos recubiertos de acero dulce y de baja aleación, en primer lugar va la letra "E" que significa que el electrodo es para soldar por arco.

Un electrodo se identifica de la manera siguiente:



Lo **que usted deberá hacer**

Identificará técnicamente diferentes electrodos recubiertos para soldadura eléctrica.

Procedimiento

1. acuda a una ferretería y adquiera unos 5 electrodos diferentes. Generalmente se venden por kilogramo, pero usted intente adquirir sólo una varilla de cada tipo.
2. Ahora anote el número de clasificación de cada varilla y, de acuerdo a la información previa de esta tarea, identifique cada electrodo. Anote los resultados.
3. Localice a alguien que sepa de soldadura, o consiga un catálogo de soldaduras y compruebe sus resultados. Si los resultados que usted obtuvo son incorrectos corrija sus errores.

Conclusiones

Utilizando adecuadamente la información técnica sobre soldaduras, se puede obtener calidad y ahorro en los trabajos que se realicen por este proceso.

y después... ¿qué sigue?

¿Qué es la ductulería? ¿Cuáles son los principales materiales empleados en la fabricación de ductos? ¿Qué es el metal laminado y cuáles son los principales metales laminados? ¿Qué es la galga? ¿En qué aleaciones se usa el aluminio? ¿Para qué sirve el endurecimiento? ¿Qué proceso detiene la corrosión de un metal? ¿En qué consiste el método de la igualdad de fricción? ¿Qué pasos hay en el diseño de un patrón sencillo para un sistema de ductos?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. Cuando al soldar se usa un alto amperaje, la penetración del cordón de soldadura puede ser ancha, plana o
a. ligera.
b. profunda.
c. externa.
d. sin profundidad.

2. En el proceso de soldadura eléctrica la escoria que se forma sobre el cordón ayuda a enfriarlo y, al mismo tiempo, lo protege del oxígeno y el
a. carbono.
b. magnesio.
c. azufre.
d. nitrógeno.

3. El efecto de quedarse pequeños fragmentos de escoria al soldar otro cordón, por no haber limpiado el primero, se llama
a. fusión incompleta.
b. socavación.
c. inclusión de escoria.
d. superposición.

4. Hay dos métodos para encender el arco: frotamiento sobre el metal de base y
a. ligeros golpecitos.
b. contacto permanente.
c. acercarlo a 1/16 del metal de base.
d. acercarlo a 1/8 del metal de base.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES

Calificación

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L439-2a

5. La longitud del arco debe ser aproximadamente igual al

a. largo del electrodo.
b. diámetro del electrodo.
c. radio del electrodo.
d. la mitad del largo del electrodo.

6. Cuando se desea unir placas de manera extrafuerte y éstas tienen un espesor mayor de 3" se recomienda aplicar soldadura de

a. un paso.
b. dos pasos.
c. tres pasos.
d. múltiples pasos.

7. En la junta de empalme abierta, los bordes están ligeramente separados de

a. 1/32" a 3/8".
b. 3/32" a 1/8".
c. 5/16" a 5/32".
d. 5/8" a 7/16".

8. La soldadura horizontal requiere un arco ligeramente más corto que la posición

a. plana.
b. vertical.
c. a tope.
d. en T.

9. Al aplicar soldadura vertical con movimiento de vaivén se logran cordones con ancho de casi el doble de

a. el largo del electrodo.
b. el radio del electrodo.
c. el diámetro del electrodo.
d. la mitad del largo del electrodo.

10. Al soldar en posición de pie, es conveniente apoyar el cable sobre

a. el brazo.
b. el hombro.
c. la pierna.
d. el cuello.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción 3
1. Definiciones y descripciones 3
2. Metales básicos 4
3. Metal laminado 6
4. Corrosión 12
5. El taller donde se fabrica ductulería 12
6. Resumen 18
7. Tareas prácticas 19
8. Examen 21

Cómo trabajar con metales y plásticos
(Primer parte)

L440 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Metales básicos, 4
- Metales ferrosos, 4
- Metales no ferrosos, 5

Metal laminado, 6
- Tipos de metal laminado, 7
  - Metales de base, 7
  - Metales con recubrimiento, 8
  - Aleaciones, 9
    - Níquel, 9
    - Cromo, 9
    - Manganeso, 9
    - Silicio, 9
    - Tungsteno, 9
    - Molibdeno, 9
    - Vanadio, 9
- Tratamiento y endurecimiento con calor, **11**
- Acabado del metal, **11**

Corrosión, **12**

El taller donde se fabrica ductulería, **12**
- Construcción del ducto, **15**
- Diseño de un patrón sencillo, **15**

Resumen, **18**

Tareas prácticas:
- Endurecimiento o endurecido de un acero, **19**

Examen, **21**

Introducción

En la industria del aire acondicionado hay un campo de aplicación muy importante que tiene que ver con la forma como se hace llegar el aire a las habitaciones donde se quiere crear confort. Así que, aunque usted no vaya a ser un diseñador ni un proyectista, sí es conveniente que conozca lo que conforma la ductulería de un sistema de aire acondicionado y los materiales que se utilizan para construirla.

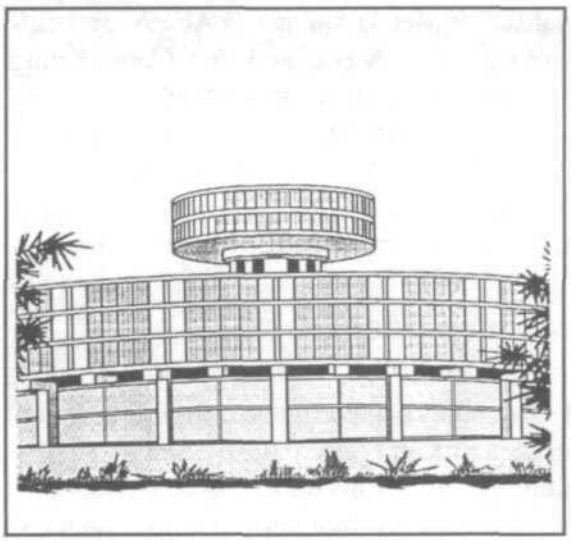


Fig. 40-1. Este original hotel está construido principalmente con metal y plástico.

En esta lección haremos un estudio general de los metales ferrosos y no ferrosos que se emplean en el trabajo de ductulería, de la forma como se elaboran las diferentes aleaciones, de su área de aplicación y de su acabado. También haremos un análisis del modo como se fabrican los ductos de un sistema de aire acondicionado.

La información que contiene esta lección le será bastante útil incluso para efectuar consultas técnicas que le ampliarán el horizonte en su área peculiar de trabajo, como técnico de servicio en aire acondicionado y refrigeración.

Definiciones y descripciones

ACCIÓN GALVÁNICA *(galvanic actiorí).* Esta acción se produce cuando dos metales diferentes se tocan entre sí o se colocan en un recipiente que contenga agua. Es una forma de corrosión.

ASPERSIÓN SIN AIRE *(airless spraying).* Es el proceso en el que se usa alta presión hidráulica, en lugar de aire a presión, para aplicar materiales de recubrimiento con una pistola de aspersión.

CORROSIÓN. Hay muchas formas de corrosión, la cual consiste en que el metal se carcome o se desgasta lentamente. La palabra inglesa es la misma que la española.

CHORRO DE ARENA *(sandblasüng).* Es un proceso para el acabado de metales, en el que la pieza se coloca frente a un chorro de alta velocidad formado por partículas de arena secas. Este procedimiento se conoce también como chorro abrasivo.

DIBUJO EN PERSPECTIVA *(perspective drawing).* Es una representación pictórica que muestra el objeto tal como aparece frente a nuestra vista.

DIBUJO ISOMETRICO *(isometric drawing).* Es una representación pictórica en la que los lados del objeto aparecen separados por un ángulo de 120°.

DIBUJO PICTÓRICO *(pictorial drawing).* Es un tipo de dibujo que se parece a una fotografía.

DUCTO *(duct).* Los ductos llevan el aire acondicionado desde su fuente hasta el espacio deseado. Las partes del sistema de ductos son la quijada, la garganta, el talón y la línea de tubería maestra.

DUCTOS DE ABASTECIMIENTO *(supply ducts).* Son los que llevan el aire hasta el lugar adecuado. Deben estar diseñados para realizar esa función y es necesario instalarlos en el lugar preciso para que la distribución del aire sea correcta.

ELECTRÓLISIS *(electrolysis).* La electrólisis es una forma de corrosión que se

produce cuando dos metales entran en contacto entre sí.

ESTAÑO *(tin).* Es un elemento metálico que se usa muy pocas veces, excepto como material de aleación.

EXTRUSIÓN *(extrusión).* Es un proceso de formación en el que el metal se hace pasar a presión por una abertura en un troquel.

FERROSO *(ferrous).* Los metales ferrosos contienen hierro.

FORJADO *(wroughí).* Un metal está "forjado" cuando ha sido trabajado, como en los procesos de conformación.

HIERRO FORJADO *(wrought iron).* Este material es una aleación que casi no contiene carbono y que se usa con frecuencia en herrería decorativa.

LINGOTE *(ingot).* Es una masa de metal forjado en forma conveniente para su almacenamiento o transporte.

MANDRIL *(mandrel).* Un mandril (o alma metálica) es una pieza de metal que sirve como núcleo, alrededor del cual puede ser forjado, moldeado, doblado o conformado un metal.

MAQUINA HERRAMIENTA *(machine tool).* Es un dispositivo impulsado por motor que se usa para cortar y formar el metal, tal y como se emplea en la fabricación de ductos.

METALURGIA *(metallurgy).* Es el término que se aplica a la ciencia y tecnología de los metales y a sus características.

PLACA DE ÁNGULO *(angle píate).* Estas placas son soportes que se usan para sostener las piezas del trabajo mientras se elabora un proyecto determinado.

PLACA DE ESTAÑO *(tin plate).* Es una hoja metálica ligera o de acero dulce que recibe un delgado recubrimiento de estaño puro, aplicado ya sea por inmersión o por electroplastia.

PLANTILLA *(témplate).* Es un patrón que se usa como guía para cortar partes iguales, sobre todo en metal laminado. Puede ser de madera terciada, lámina metálica u otros materiales. Muchas veces la proporciona el fabricante del material con que se elabora el ducto.

RECORRIDO DEL DUCTO *(ductrun).* Es la "extensión" de un sistema de ductos.

SALIDAS DE ABASTECIMIENTO *(supply outlels).* Son dispositivos que se colocan en el extremo de los ductos de abastecimiento. Su función es controlar la dirección del flujo del aire.

SMACNA Son las siglas inglesas de la estadounidense Asociación Nacional de Contratistas de Metal Laminado y Aire Acondicionado ("Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association").

VELOCIDAD *(velocity).* En la industria de la refrigeración y el aire acondicionado, este término se refiere a la velocidad con que fluye el aire a través de los ductos o aberturas.

Metales básicos

Los metales básicos pueden dividirse en dos grupos fundamentales: los ferrosos (que contienen hierro) y los no ferrosos.

Examinaremos las principales características de estos metales y la forma en que son utilizados. Es posible que usted ya conozca parte de esta información y que recuerde algunos datos que vimos en las lecciones sobre soldadura. Pero es muy importante tener un firme conocimiento de las materias primas que se utilizan en un sistema de refrigeración y aire acondicionado.

Metales ferrosos

Por supuesto, el hierro es el metal más ferroso que existe. Por esta razón, el hierro puro no es adecuado para usos industriales. Sin embargo, si se le agrega al hierro una pequeña cantidad de carbono, que es un elemento no metálico, se obtiene hierro fundido, hierro forjado y acero. Como usted debe saber, el acero está considerado como el metal más

importante para nosotros. No cabe duda de que es el más versátil.

Si usted ha vivido en una zona donde abunda el hierro, seguramente sabrá que ese material se envía al resto del país. Algunas veces, las materias primas que intervienen en la fabricación del acero deben ser transportadas desde centenares de kilómetros de distancia. Después son sometidas a fundición (derretimiento o fusión) en un alto horno, para producir la mayor parte del hierro que llega a los hornos donde se fabrica el acero. El aire y el oxígeno son dos de las materias primas más importantes en la producción de hierro y acero.

El acero se produce por diversos procesos, ya sea el de crisol abierto, el de horno eléctrico o el de oxígeno básico. Después se vacía en moldes o lingoteras y se deja enfriar el tiempo suficiente para que se formen lingotes o piezas fundidas de acere. Los pasos siguientes dependen del producto de acero que se desee fabricar.

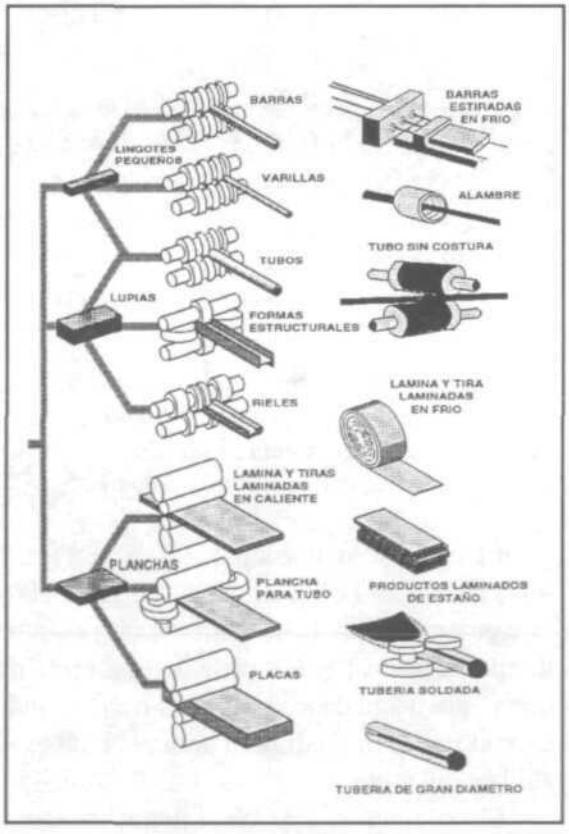


Fig. 40-2. Configuraciones que pueden darse al acero.

El acero fundido debe solidificarse antes de que sea posible darle la forma de productos terminados, mediante la laminadora de rodillos y las prensas forjadoras que se emplean en la industria. Generalmente, el metal se forma primero a alta temperatura y después puede conformarse en frío para obtener otros productos. Entre los diversos tipos de hierro y acero figuran el hierro fundido, el hierro forjado, los aceros al carbono y los aceros aleados.

Metales no ferrosos

Los metales no ferrosos se dividen en los siguientes grupos:

METALES DE BASE	ALEACIONES	METALES PRECIOSOS
cobre	bronce	plata de ley
plomo	latón	oro
estaño	plata niquelada (plata alemana)	platino
níquel	peltre (metal inglés)	
zinc	aleación "gar"	
aluminio		

Algunos de los metales no ferrosos que aparecen en la lista no se usan con mucha frecuencia. Unos son demasiado caros y otros no tienen buenas propiedades para ser trabajados. Los metales no ferrosos que se usan más comúnmente son: cobre, bronce, latón, plata niquelada, zinc, plomo, estaño, aluminio, plata de ley, peltre y aleación "gar". (En caso de que usted no lo sepa, la aleación "gar" es una aleación de zinc que contiene cobre y plata para aumentar su resistencia).

Ahora que estamos haciendo listas, no debemos olvidar los metales de la era espacial. El titanio, el berilio y el molibdeno son ligeros y resistentes, y han llegado a ser muy

importantes en el ramo aeroespacial y en otros rubros de la nueva tecnología. Según veremos más adelante el molibdeno se usa en una aleación de metal laminado. Una de las principales aplicaciones del metal laminado es la fabricación de conductos para refrigeración y aire acondicionado.

Seguramente llegará usted a familiarizarse mucho con este producto.

Metal laminado

El término "metal laminado" se refiere a los diversos tipos de metales (tanto ferrosos como no ferrosos) que pueden adquirirse en forma de lámina plana. Entre ellos figuran el acero, el cobre, el aluminio y varias aleaciones de cada uno.

Los tamaños más comunes de lámina de metal son de 30 o 36 pulgadas de ancho (76 o 91 cm) por 96 o 120 pulgadas de largo (244 o 305 cm). Sin embargo, también pueden adquirirse las láminas más grandes que a veces se necesitan para fabricar piezas de gran tamaño.

Las láminas planas que tienen más de 1/8-pulg. (0.31 cm) de espesor se llaman "placas". Por lo tanto, "metal laminado" es sólo un término general que se refiere a todos los metales que se adquieren en forma de láminas planas de 1/8-pulg. de espesor o menos.

El espesor de una lámina de metal se conoce como "calibre" o "galga" y es muy importante. El metal laminado en calibres más ligeros se compra a menudo en rollos. Al desenrollarse, su apariencia es igual al de una lámina plana. Ambos tipos de metal laminado tienen ventajas y desventajas que son importantes cuando se tiene que escoger el tipo adecuado para un proyecto determinado.

Cada calibre representa un espesor específico del metal. En los Estados Unidos el calibre estándar *(U.S. Standard Gauge)* indica el espesor correspondiente a cada número de calibre. Esta es una lista de los calibres más comunes:

Algunos materiales de metal laminado no tienen número de calibre. Por ejemplo, las láminas de cobre se miden en onzas por pie cuadrado. Las láminas de aluminio se miden por su espesor en unidades decimales. Los que han trabajado durante algún tiempo con metal laminado pueden reconocer el calibre con sólo tocar la lámina con los dedos. Los que no tienen tanta experiencia pueden utilizar con ese mismo propósito un instrumento que se llama calibrador.

Espesor real de calibres comunes de metal laminado

Número de calibre	Espesor decimal	Espesor
18	0.0500	1/20
19	0.0438	7/160
20	0.0375	3/80
21	0.0344	11/320
22	0.0313	1/32
23	0.0281	9/320
24	0.0250	1/40
25	0.0219	7/320
26	0.0188	3/160

Fig. 40-3. Los calibres de número más bajo corresponden a las láminas más gruesas, mientras que los de número más alto corresponden a las láminas más delgadas.

El calibrador que aparece en la Figura 40-4 se usa tal como usted lo imagina. Bastará que encuentre la hendidura más pequeña donde pueda caber el borde de la lámina de metal que usted desea medir. El número más cercano a esa hendidura le indicará cuál es el calibre del metal.

Los metales con recubrimiento muestran un espesor mayor del que realmente tienen. El verdadero calibre del metal es el siguiente más delgado, a partir de la medición que se

Fig. 40-4. Calibrador típico que se usa para medir el espesor del metal laminado.

obtenga con el calibrador. Es decir, que si el calibrador indica que una lámina de metal con recubrimiento es de calibre 22, entonces el verdadero calibre de ese metal es 23.

Tipos de metal laminado

El metal laminado puede ser de alguno de los tres tipos siguientes:

- metal de base
- metal con recubrimiento
- metal en aleación

Todos estos tipos de metal laminado varían en su ductilidad, resistencia y color; en la facilidad con que pueden soldarse o pintarse, y también en su costo.

Metales de base. Son metales puros a los que no se ha añadido otro metal. Los metales de base que se manejan más comúnmente en metalistería son el acero laminado, el acero laminado en frío y el cobre.

El acero laminado, conocido a veces como "acero laminado negro", es una lámina sin recubrimiento, con una superficie de color negro azulado. Se usa en la fabricación de

Fig. 40-5. Es muy probable que el casillero de su vieja escuela preparatoria haya sido de acero laminado en frío.

ductos para estufa, cubiertas de seguridad, diversas piezas de aparatos eléctricos y accesorios para procesamiento de datos. Generalmente, las piezas que se fabrican de este metal tienen un recubrimiento para evitar la herrumbre o la corrosión. El acero laminado en frío tiene un procesamiento mucho más prolongado que el metal laminado negro. Su color es gris plateado y tiene una superficie más tersa. Los armarios y casilleros escolares que van a ser pintados se fabrican con acero laminado en frío.

La lámina de cobre se reconoce fácilmente por su hermoso color castaño rojizo. Aunque el cobre se considera como un metal de base, contiene una pequeña cantidad de aleación. Esa cantidad es de sólo 0.4%. Por ser un excelente conductor de la electricidad, el cobre se usa para fabricar alambres eléctricos. La lámina de cobre se emplea a menudo en piezas electrónicas, radiadores de automóviles, techos y grandes teteras como las que siempre tenían calentando las bisabuelas.

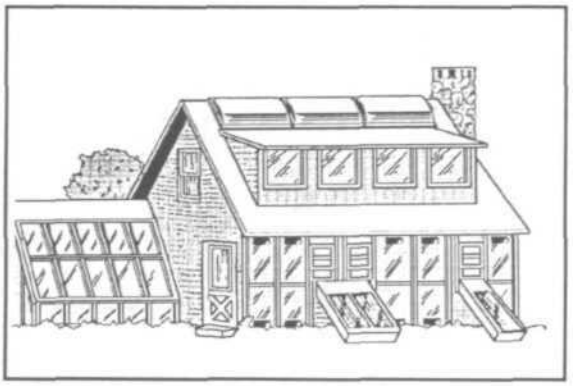


Fig. 40-6. El cobre es el metal más adecuado para la tubería de un sistema de energía solar.

Metales con recubrimiento. Se trata de metales de base en cuya superficie se aplica un delgado revestimiento. Generalmente, ese recubrimiento se encuentra en ambas caras de la lámina. Sirve para proteger el metal de base contra la corrosión. Los metales con recubrimiento que más se usan en metalistería son la lámina metálica galvanizada y la lámina de estaño u hojalata.

La lámina metálica galvanizada es una hoja de acero recubierta con zinc fundido. El metal galvanizado se reconoce fácilmente por su apariencia "brillante" o sombreada, como se muestra en la Figura 40-7.

La hojalata es metal laminado que ha sido recubierto con una delgada capa de estaño puro para protegerlo de la corrosión. El recubrimiento de estaño no afecta los alimentos, por eso la hojalata se usa comúnmente en utensilios de cocina, como las láminas para hacer pastelillos y el equipo de lechería.

Sin embargo, desde que hizo su aparición el acero inoxidable, la hojalata ha sido sustituida en muchas de sus aplicaciones. La hojalata está siendo desplazada también por otros materiales en la fabricación de latas para conservas. Tal como van las cosas, es probable que los utensilios de estaño se conviertan en artículos de tienda de antigüedades. ¡Al menos los cernidores de harina se fabrican todavía con auténtica hojalata!

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

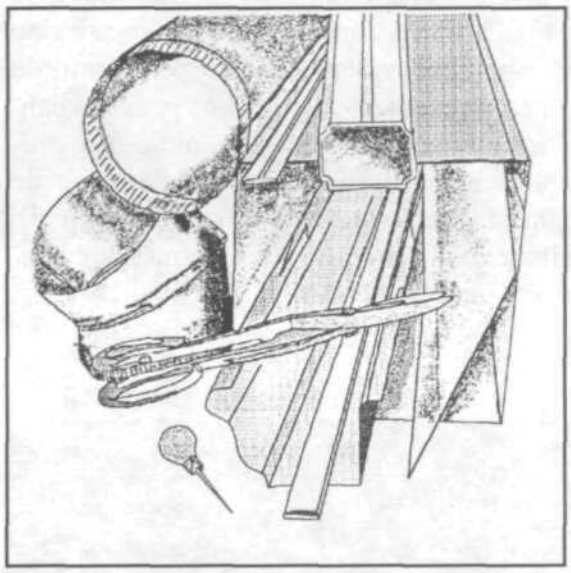
1. Metal con un alto contenido de hierro y una pequeña cantidad de carbono. _____
2. Metales que se dividen en tres grupos: metales de base, aleaciones y metales preciosos. _____
3. Tipos de metales (tanto ferrosos como no ferrosos) que pueden adquirirse en forma de lámina plana. _____
4. Metales en forma pura a los que no se les ha añadido otro metal. _____
5. Metales de base en cuya superficie se aplica un delgado revestimiento. _____

a. no-ferrosos
b. metales de base
c. metales con recubrimiento
d. ferroso
e. laminados

Respuestas

1. d 2. a 3. e 4. b 5. c

Aleaciones. Las aleaciones metálicas son combinaciones de dos o más metales. En varias partes de este curso ha leído usted que el propósito de mezclar dos metales diferentes consiste en obtener nuevos materiales con combinaciones de cualidades que no podrían encontrarse en un metal base.



Fíg. 40-7. La lámina de metal galvanizada tiene una apariencia brillante y se usa mucho en ductos para aire acondicionado.

Los aceros de aleación tienen propiedades especiales que están determinadas por la mezcla y cantidad de los metales que se le agregan. Cada acero de aleación tiene su propia "personalidad". El hecho de añadir tan sólo un cinco por ciento más de cierta aleación puede modificar por completo el producto. Si se le agrega cinco por ciento de una aleación diferente, el producto sufrirá otro tipo de cambios. Constantemente se desarrollan nuevas aleaciones. Por eso las personas que trabajan con metales nunca dejan de aprender cosas nuevas acerca de ellos. Algunos elementos muy comunes en las aleaciones son:

NÍQUEL. El níquel se agrega para aumentar el esfuerzo y la resistencia. También ayuda a que el acero resista mejor la corrosión.

CROMO. El cromo proporciona dureza, fuerza y resistencia al desgaste. Los engranes y los ejes se fabrican a menudo de acero con cromo-níquel, por la alta resistencia de esta aleación.

MANGANESO. El manganeso se agrega al acero para producir un metal limpio. Este elemento le da mayor esfuerzo al acero y es útil en la aplicación de tratamientos con calor.

SILICIO. El silicio se usa con frecuencia para aumentar la elasticidad del acero con el que se fabrican resortes.

TUNGSTENO. Este elemento se usa con cromo, vanadio, molibdeno o manganeso, para producir los aceros de alta velocidad que se emplean en las herramientas de corte. El tungsteno se describe como de "dureza al rojo", es decir, que es suficientemente duro para cortar aunque se haya calentado al rojo vivo.

MOLIBDENO. Este elemento le da más fuerza y resistencia al acero. Se usa para fabricar aceros de alta velocidad.

VANADIO. El vanadio mejora la textura del acero. Se usa con cromo para producir el acero al cromo-vanadio con que se fabrican las piezas y engranes de transmisión. Este tipo de acero es muy fuerte y tiene excelente resistencia al impacto.

Las aleaciones que se emplean más comúnmente en la fabricación de metal laminado son las de aluminio, acero inoxidable y bronce.

El aluminio se usa en aleaciones con metales como el magnesio o el manganeso. También estos metales son muy dúctiles. Los usos típicos de esas aleaciones son: acabados interiores de automóviles, misiles, cohetes y piezas electrónicas y, según lo verá usted, también se emplean en la fabricación de ductos para refrigeración y aire acondicionado.

El acero inoxidable contiene entre 12 y 25 por ciento de cromo, el cual se agrega al metal derretido. Esta combinación produce un metal más durable, que resiste la herrumbre o la corrosión. El cromo se mezcla con el

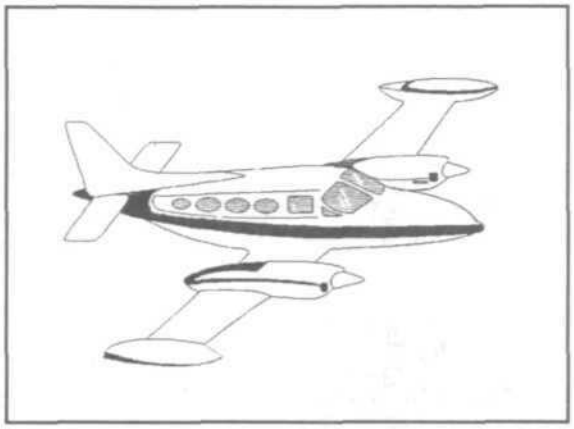


Fig. 40-8. El aluminio es ideal para los aviones por su poco peso y la facilidad con que se le puede dar forma.

metal para volverlo a éste más útil que los metales con recubrimiento. A diferencia de estos últimos, el acero inoxidable ni se descascara ni se desgasta ni se agrieta. Entre las muchas aplicaciones del acero inoxidable, figuran: equipo para restaurantes y cafeterías, equipo de lechería, escaleras mecánicas, y diversos aparatos y utensilios domésticos.

El bronce es una aleación de cobre y zinc que no contiene más del 40 por ciento de zinc. A veces se le agrega una pequeña cantidad de plomo, estaño o aluminio. Algunas aplicaciones del bronce son la joyería de fantasía (como la que pinta de verde la piel), sifones para tubería sanitaria, lentes de cámaras, y piezas electrónicas y de misiles.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Las_____metálicas son combinaciones de dos o más metales.
2. En una aleación metálica, el_____se agrega para aumentar el esfuerzo y la resistencia.
3. En una aleación metálica, el cromo proporciona dureza, fuerza y resistencia al _____.
4. El silicio se usa frecuentemente para aumentar la_____del acero con el que se fabrican resortes.
5. El molibdeno le da más fuerza y resistencia al acero. Se usa para fabricar aceros de _____.

Respuestas

1. aleaciones 2. níquel 3. desgaste 4. elasticidad 5. alta velocidad

Tratamiento y endurecimiento con calor

El proceso de tratamiento por medio de calor consiste en someter una pieza de metal a elevadas temperaturas para modificar sus propiedades. El efecto del tratamiento con calor sobre la textura del metal suele consistir en endurecerla o reblandecerla. Un cuidadoso tratamiento a base de calor puede proporcionarle al metal las características específicas que requiera para realizar un trabajo.

Los pasos básicos del tratamiento con calor comienzan con el calentamiento del metal hasta que alcanza la temperatura adecuada. A continuación, el metal queda suspendido o "impregnado". Después de cierto tiempo, el metal es enfriado en la forma conveniente para obtener los resultados deseados.

El "endurecimiento" es el proceso de calentar y después enfriar el acero para darle una textura de grano fino. Esto reduce la ductilidad del acero, aumentando al mismo tiempo su dureza y resistencia a la tracción. Los productos se endurecen para fabricar herramientas de corte con bordes afilados, para que las superficies de rozamiento funcionen mejor, para darle "brío" a un resorte y para muchas otras aplicaciones.

En la industria, el tratamiento a base de calor es un procedimiento muy científico. Permite producir acero con las mejores características para un uso determinado. Intervienen en esto muchos procedimientos y equipos especiales. Hay grandes hornos continuos, equipados para proporcionar control automático del tiempo y la temperatura. El metal que va a ser sometido al tratamiento con calor es llevado al horno por medio de un dispositivo de transporte. Después se deja en el horno durante un periodo determinado de antemano, se sumerge en un baño enfriador y así se le da el temple necesario.

Los tres métodos industriales que se usan en el tratamiento a base de calor son: la electricidad, la llama de oxiacetileno y el láser.

Acabado del metal

El acabado del metal es el proceso final en la fabricación de un producto metálico. Los acabados se aplican a los metales por diversas razones y en muchas formas. Todos los métodos de acabado corresponden a alguno de estos tres grupos:

agregar algún material de recubrimiento a la superficie, como en el caso de la pintura y la electroplastia.

colorear un metal por medio del calor o con productos químicos, como en el caso del anodizado.

darle algún tratamiento mecánico a la superficie, como en el forjado en frío, la limpieza mediante chorro de arena o el pulido.

Los acabados se usan por una de las siguientes razones cuando menos:

Mejoran la apariencia del producto. Un ejemplo de esto son las brillantes placas cromadas que lucen los aparatos domésticos, las herramientas y otros artículos.

Evitan la corrosión, como los acabados que se aplican a las carrocerías de automóviles para protegerlas de la herrumbre.

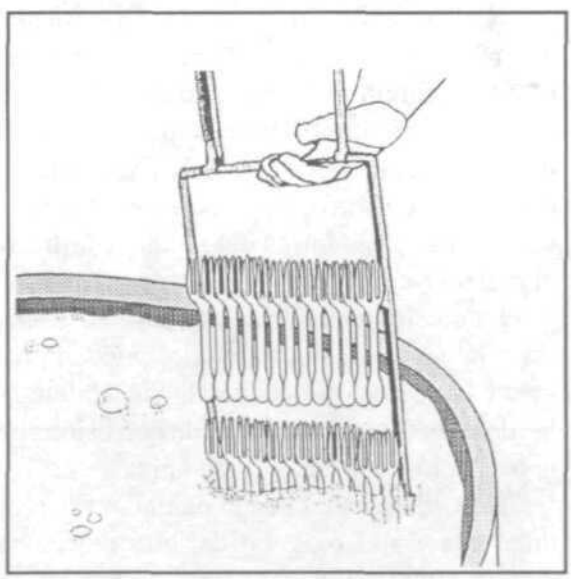


Fig. 40-9. La chapa de plata recubre estos utensilios con un revestimiento de plata duradero.

Permiten recubrir un metal menos costoso con una delgada capa de otro más caro. Es muy frecuente que los cubiertos de "plata" estén fabricados con plata-níquel o bronce, y que tengan solamente una chapa de plata. En esta forma, las superficies se vuelven más resistentes al desgaste. Generalmente, a las piezas móviles de un motor se les somete a un pulido superfino precisamente por esta razón.

Corrosión

Una de las principales razones por las que se les da un acabado a los metales es el evitar la corrosión. La corrosión es el proceso por el cual el metal se carcome o se desgasta lentamente. Como usted sabe, ella es el mayor enemigo de un buen sistema de refrigeración y aire acondicionado y siempre hay que estar alerta para prevenirla. Tal vez ha notado la suciedad que se acumula en las monedas de cobre. La herrumbre y las manchas de ese tipo se producen cuando el cobre sin recubrimiento queda expuesto al aire. Es otra forma de corrosión. Seguramente ha visto usted también cuando el acero se oxida.

Hay muchos otros tipos de corrosión, además de la oxidación y la herrumbre. Cierto tipo se produce cuando entran en contacto metales diferentes. Esto se llama electrólisis, un término que verá usted más adelante en este curso. La corrosión también es resultado de la tensión y la fatiga del metal. (Sí, ¡hasta el metal se cansa a veces del trabajo!).

La corriente eléctrica, los ácidos, las sales y la contaminación del aire pueden provocar la corrosión del metal. Sin embargo, las dos causas más comunes de corrosión son la oxidación y la acción galvánica.

Recordará usted que la oxidación se produce cuando el oxígeno del aire reacciona con la superficie de un metal. Todos los metales se corroen en ciertas circunstancias. El aluminio reacciona con el aire para formar un recubrimiento de óxido. Este recubrimiento cubre completamente el metal e impide que se siga oxidando. Si el óxido se retira cada vez que se forma, el aluminio se corroe muy rápidamente. Hasta el acero inoxidable se corroe cuando se usa en contacto con muchos ácidos. Sin embargo, los distintos metales tienen diferente capacidad para resistir la corrosión.

El taller donde se fabrica ductulería

Los ductos se fabrican con lámina de metal y se unen entre sí con costuras especiales, bridas y seguros. A veces los ductos se hacen de plástico, fibra de vidrio o una combinación de metal y fibra de vidrio. Aun en los casos en que el ducto de lámina metálica es sustituido por material plástico o fibra de vidrio, la instalación está a cargo de trabajadores especializados en lámina metálica.

En su mayor parte, la instalación de ductos de plástico es igual que la de ductos de lámina metálica. Sin embargo, es necesario dejar márgenes de tolerancia a causa de la contracción del plástico. (Veremos lo refe-

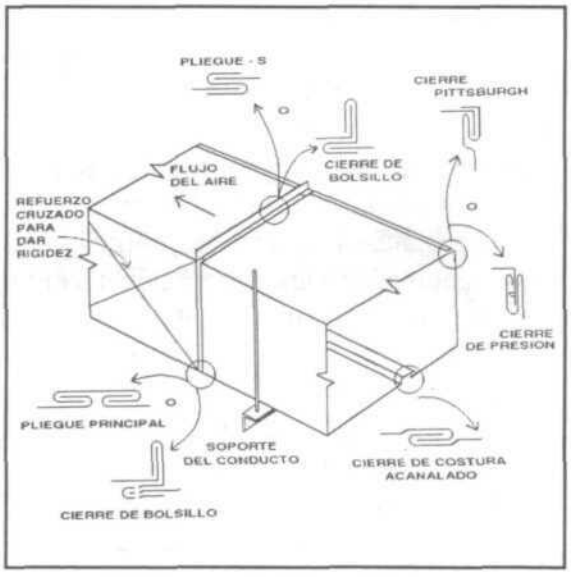


Fig. 40-10. Este diagrama de tubería de hierro galvanizado muestra algunas costuras y uniones que se usan comúnmente.

rente a la fibra de vidrio y el plástico en la próxima lección).

Para trabajar con lámina metálica, debe usted aprender a usar varias herramientas manuales y máquinas. El trabajo requiere herramientas como tijeras y punzones, instrumentos de diseño, equipo especial para doblar, cortar y hacer uniones longitudinales o costuras. Además, se usa equipo de soldadura.

También debe usted aprender acerca de la seguridad en el uso de herramientas y máquinas. De hecho, el trabajo con lámina de metal requiere cuidados especiales para evitar accidentes. Cada trozo de lámina metálica que se corta y maneja es un instrumento cortante que puede ser peligroso. Las filosas rebabas que se forman en el metal recortado pueden rebanarle la piel, causándole dolorosas cortaduras. No olvide esto y tenga cuidado en todo momento. Elimine con una lima de mano las peligrosas rebabas y los bordes filosos.

Para fabricar ductulerías, el trabajador de láminas metálicas hace un proyecto y planea el trabajo. Decide el tamaño y tipo del metal laminado que debe usar. Corta el metal con tijeras de mano, cortadoras de motor y otras herramientas de corte. Después le da forma al ducto con diversas máquinas, martillos y yunques. A continuación, une las juntas y costuras con soldadura, pernos, remaches, metal derretido o cemento.

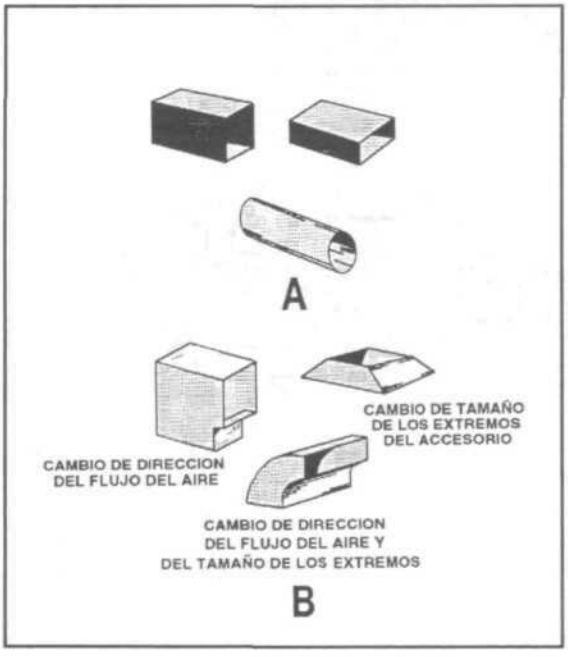


Fig. 40-11. Tubo cuadrado, rectangular y redondo (A). Accesorios para ductos *(B).*

Cuando los que trabajan con lámina metálica hablan de un "tubo" se refieren a cualquier conducto cuadrado, rectangular o redondo, con aberturas del mismo tamaño en ambos lados, como se muestra en la Figura 40-11 (A). Por otra parte, un "accesorio" es algo que cambia la dirección del flujo del aire y el tamaño del extremo, o ambas cosas, como se ilustra en la parte (B) de la Figura 40-11.

Observe usted también que el término "ducto" se refiere a tubos, mientras que "tubería" se refiere a una combinación de tubos y accesorios. Si usted dijera: "seguramente hay mucha tubería en este edificio", se estaría refiriendo a todas las unidades fabricadas con lámina de metal, incluyendo tanto los tubos como los accesorios.

Hay una serie de pasos que se siguen normalmente para construir un sistema de refrigeración y aire acondicionado en un edificio. En un edificio comercial, el proceso comienza cuando varias compañías de refrigeración y aire acondicionado calculan el costo total del trabajo, basándose en los planos y especificaciones que les proporciona el arquitecto o ingeniero. Las compañías presentan sus cotizaciones (el precio por el cual cada una está dispuesta a hacer el trabajo). La mayoría de las veces, el contrato se concede a la compañía que presenta la cotización más baja.

Después de estudiar cuidadosamente el emplazamiento del edificio, los diseñadores hacen los dibujos de taller. En estos dibujos se muestra la ubicación exacta de todas las tuberías y el equipo. Los diseñadores tratan de imaginar con anticipación todos los problemas posibles. Por ejemplo, es obvio que

no se puede colocar un ducto en el mismo espacio donde han sido instalados los tubos de fontanería o el conducto "conduit" para los cables eléctricos.

A partir de los dibujos de taller, los diseñadores hacen bocetos donde señalan todas las medidas y la información necesaria para fabricar los accesorios o los tubos del sistema de refrigeración y aire acondicionado.

Es entonces cuando el jefe del taller (u otra persona similar) les entrega los bocetos a los operarios del taller. Si usted trabajara en la fabricación de productos de lámina metálica en ese taller, tomaría los bocetos y los usaría en la elaboración del conducto adecuado para el nuevo edificio.

Para tener la mayor economía y eficiencia, es preciso diseñar el sistema más adecuado. Los factores que determinan el costo de un sistema de ductos (además del costo de la propia tubería) son el aislamiento, la potencia de los ventiladores, los requisitos de espacio y el costo del sistema para amortiguar el ruido.

Se usan tres métodos para diseñar sistemas de ductos para aire acondicionado:

- igual fricción
- reducción de la velocidad
- recuperación de ganancia estática

En pocas palabras, en el método de la igualdad de fricción se aplica el principio de igualar la pérdida de presión por cada pie a través de todo el sistema. Casi no se necesita equilibrar el aire en los sistemas de ductos donde todos los tramos tienen la misma resistencia.

El método de la reducción de la velocidad consiste en elegir primero una velocidad del aire en la descarga del ventilador y diseñar después los ductos para velocidades cada vez menores del aire, en los muchos ductos que parten de cada toma de la línea maestra. La recuperación de la ganancia estática es especialmente adecuada para sistemas grandes, de alta velocidad, con varios tramos largos de ductos, donde cada tramo tiene derivaciones en las líneas maestras, unidades terminales o salidas de abastecimiento.

Estos temas se verán con mayor detalle más adelante, en lecciones próximas del curso dedicadas a la distribución del aire y al

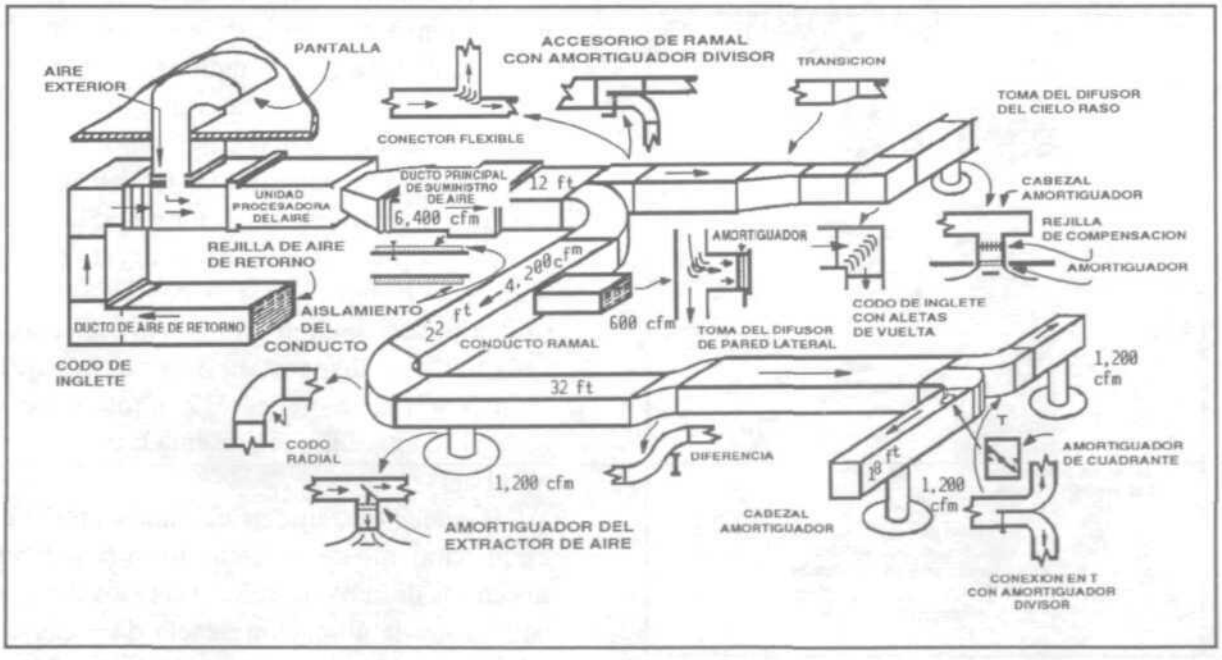


Fig. 40-12. Proyecto de un sistema de refrigeración y aire acondicionado, mostrando los detalles de la tubería y los accesorios.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo el término entre paréntesis que complete las siguientes afirmaciones.

1. El proceso de tratamiento por medio de calor consiste en modificar las propiedades de una pieza de metal sometiéndola a temperaturas (bajas, elevadas).
2. El endurecimiento es el proceso de calentar y después enfriar el acero para darle una textura de grano (fino, grueso).
3. El proceso final que se da en la fabricación de un producto metálico para mejorar su apariencia o evitar la corrosión es el (laminado, acabado).
4. El proceso natural por el cual un metal se carcome o desgasta lentamente es la (corrosión, extrusión).
5. Los ductos de ventilación generalmente se construyen de lámina de (hule, metal).

Respuestas

1. elevadas 2. fino 3. acabado 4. corrosión 5. metal

cálculo de la carga. Por ahora, volvamos a ocuparnos de la construcción de nuestro ducto.

Construcción del ducto

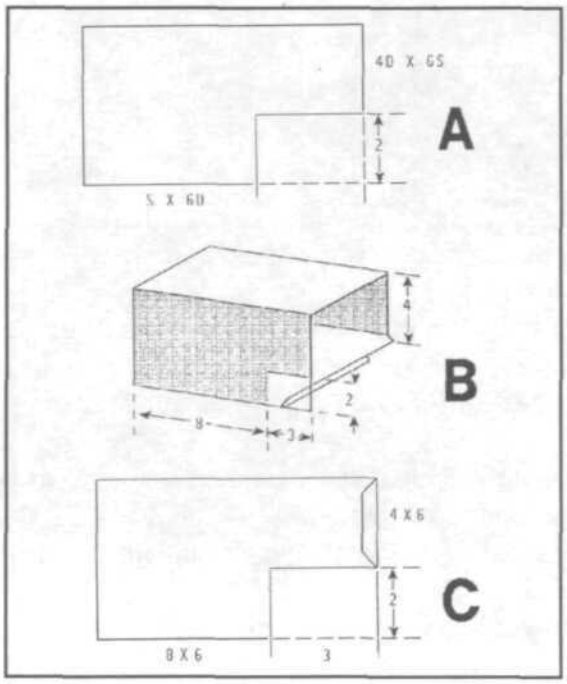
Un dibujo de trabajo o boceto incluye las dimensiones y toda la demás información que se necesita para fabricar el accesorio. A los dibujos isométricos se les conoce a veces como dibujo en "perspectiva" o dibujo pictórico. En ellos se muestra la forma general del accesorio. A menos que haya características especiales, en la mayoría de los talleres se prefiere usar el dibujo de trabajo en lugar del dibujo isométrico.

La primera dimensión del dibujo de trabajo corresponde a la parte lateral. La segunda es la profundidad. Vea la parte (A) de la Figura 40-13. Las abrazaderas de fijación se colocan generalmente en los lados más pequeños, en cada extremo del accesorio o conducto, como se muestra en (B). El borde en "S" suele ser el lado más grande de cada extremo. A veces se marcan como se ilustra en las partes (A) o (C). Las abrazaderas de fijación y las abrazaderas "S" se conocen a veces como "conectores del ducto".

Todas las medidas que aparecen en los dibujos de trabajo se consideran como las dimensiones del producto "terminado". Es decir, que la medición se realiza a partir del extremo, después que se ha formado la abrazadera de fijación. A esto se le llama a menudo la medida "de una a otra unión".

Diseño de un patrón sencillo

Aunque los patrones pueden variar, los pasos que se siguen para elaborarlos son los mismos. Los hemos enumerado aquí para mostrar cómo es posible evitar errores y desperdicio en el taller donde se trabaja la lámina de metal.



Fíg. 40-13. Dibujo de trabajo *(A),* dibujo isométrico (5), y dibujo de trabajo mostrando los bordes principales (C).

PASO 1. El trabajador revisa primero la lámina metálica en la que va a hacer el patrón. La lámina es examinada a fin de comprobar que no tenga deformaciones o dobleces que pudieran afectar la precisión.

PASO 2. En Seguida, el borde izquierdo de la lámina se marca a escuadra para que la lámina cuadre perfectamente. Esto se logra, generalmente, usando una escuadra de dos o tres pies para trazar una línea a 1/4-pulgada del borde, a fin de hacerlo perpendicular al borde inferior.

PASO 3. El proyecto se traza siempre en la esquina inferior izquierda de la lámina. Una de las principales características del verdadero experto en cualquier oficio es la habilidad para hacer un trabajo con el menor desperdicio posible de material. Si el patrón se traza lo más cerca posible de la esquina inferior izquierda, el metal que está arriba y a la derecha del patrón queda disponible para hacer otros patrones.

PASO 4. Las mediciones se deben hacer a partir del borde inferior y de la línea perpendicular de la izquierda, como se muestra en (B) en la Figura 40-14. Nunca corte el metal exactamente a la medida antes de hacer sus trazos. Esto aumenta las posibilidades de error, porque así es mucho más probable calcular mal el tamaño o que el metal pierda ligeramente la alineación correcta.

PASO 5. Haga sus mediciones en ambos extremos de cada línea y dibuje una línea que pase por los dos puntos. Por regla general, sólo se traza a escuadra una línea, en el extremo izquierdo de la lámina. No trate de hacer que otras líneas queden perpendiculares con respecto a los bordes (como lo haría usted en el caso de un dibujo mecánico). Observe otra vez la parte (B) de la Figura 40-14.

Si la línea AA' va a estar a una pulgada de la línea trazada a escuadra, entonces el método apropiado consiste en medir una pulgada desde dicha línea hasta A y una pulgada hasta A', y después hacer pasar una línea por esos dos puntos. La línea BB' estará a tres pulgadas de AA'. En ese caso, hay que hacer las marcas a tres pulgadas de A y de A', para trazar después una línea por esos dos puntos.

Las líneas horizontales, como DD', se trazan en la misma forma. Los puntos D y D' se marcan, midiéndolos a una pulgada de la línea inferior, y después se hace pasar una línea por esos dos puntos.

PASO 6. Dibuje todas las líneas verticales y horizontales. Añada después las líneas correspondientes a los ingletes, muescas, costuras, bordes y pliegues. Generalmente, si se dibujan primero todas las líneas verticales y después todas las horizontales, el patrón básico queda completo. Por lo tanto, es importante asegurarse de trazar todas las líneas ANTES de empezar a cortar el patrón.

PASO 7. Antes de empezar a formar el patrón, raspe unas marcas (es decir, haga ligeros rasguños) en todas las líneas de doblez, a 1/4-plg. del extremo de la línea. Además de marcar los dobleces desde la cara no marcada del metal, tal vez desee usted

marcar otros patrones tomando como base el primero. En ese caso, esas marcas rasguñadas muestran las líneas de doblez. No se confíe en que las esquinas de las muescas van a servir para señalar la ubicación del doblez.

PASO 8. Estudie la forma de los patrones básicos. Los patrones de caja, por ejemplo, pueden ser de diferentes tamaños y tener distintas uniones y bordes. Sin embargo, siempre tendrán la misma forma básica. Una de las cosas más importantes al elaborar un patrón es tener la capacidad de visualizar el trabajo terminado con sólo mirar el patrón plano.

PASO 9. Una vez que haya terminado el trazado del proyecto, compruebe las dimensiones generales a cada lado del patrón. Esto es especialmente importante cuando los patrones se dibujan con líneas paralelas. Cuando se usan líneas paralelas, como en la Figura 40-14, la anchura del patrón en la parte superior debe ser exactamente igual a la anchura en la parte inferior. Si hay entre ellas una diferencia mayor de 1/16-pulg., seguramente se ha cometido un error al hacer las mediciones.

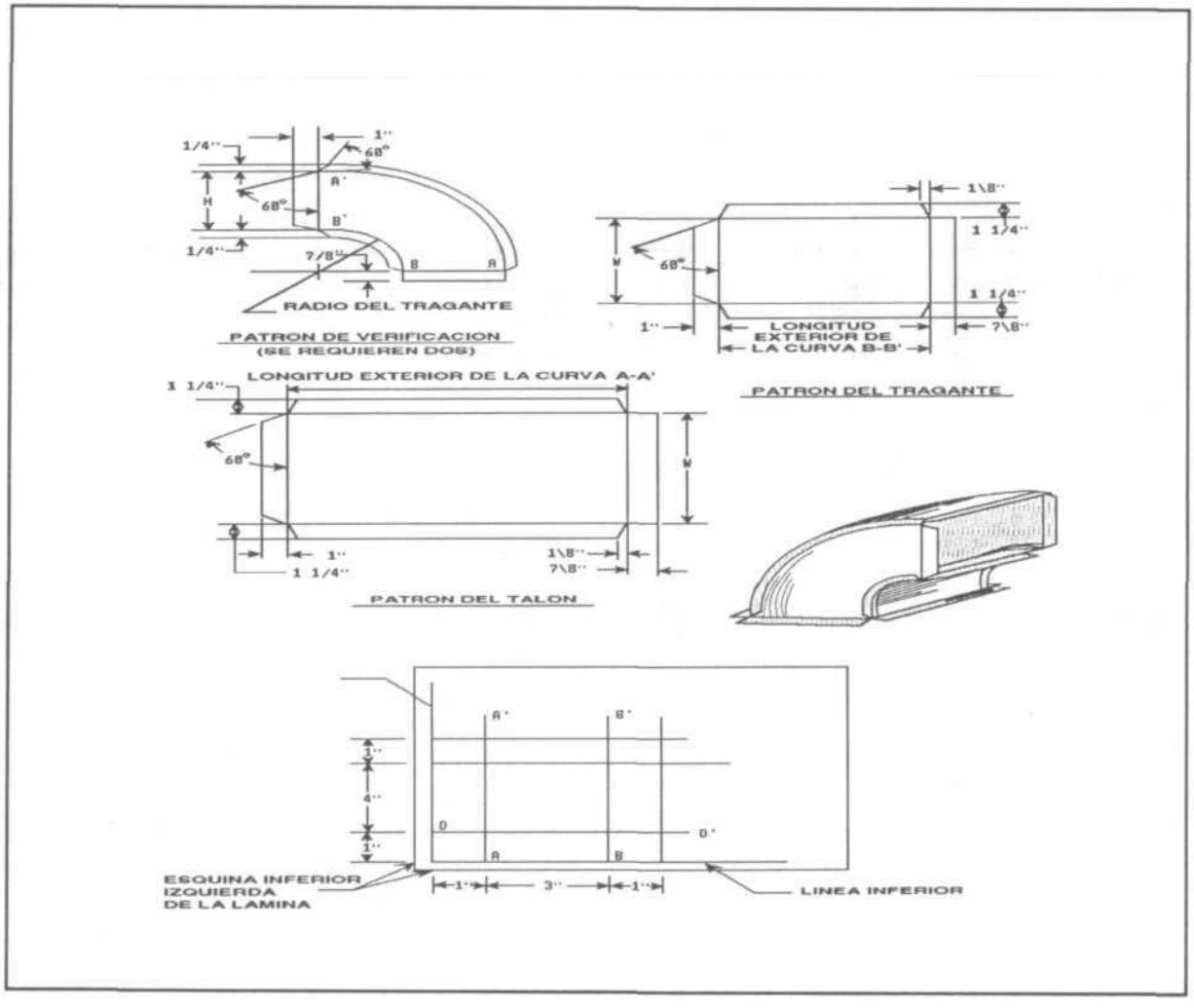


Fig. 40-14. Patrón para un codo de ducto rectangular *(A).* Las medidas del proyecto se toman siempre de izquierda a derecha sobre la lámina, y desde la parte inferior hacia arriba *(B).*

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V si' *considera verdadera la afirmación, o la letra* F s/ *la considera falsa.*

1. Un dibujo de trabajo o boceto incluye las dimansiones y toda la información que se necesita para fabricar un'accesorio.	F	V
2. Todas las medidas que aparecen en los dibujos de trabajo se consideran como las dimensiones del producto sólo para proyecto.	F	V
3. Aunque los patrones de fabricación pueden variar, los pasos que se siguen para elaborarlos son los mismos.	F	V
4. Para efectuar el corte de la lámina para fabricar un ducto, el proyecto se traza en la esquina superior derecha de la lámina.	F	V
5. Al concluir el trazado del proyecto, se deben comprobar las dimensiones generales a cada lado del patrón.	F	V

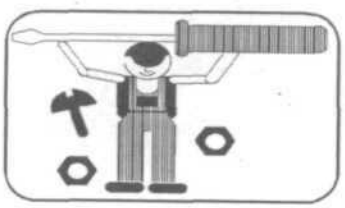
Respuestas

1. V 2. F (Se consideran como las dimensiones del producto terminado) 3. V 4. F (El proyecto se traza siempre en la esquina inferior izquierda de la lámina) 5. V

Resumen

Esta lección le ha proporcionado datos e información básica sobre los metales, desde el punto de vista de su utilización en la industria de refrigeración y aire acondicionado. El técnico de servicio en esta industria debe conocer siempre las características del material que utiliza. Aquí ya ha pasado usted revista a los metales básicos, agrupados en ferrosos y no ferrosos. Entre los primeros se destacan el hierro fundido, el hierro forjado y el acero. Entre los segundos, el cobre, el bronce, el latón, la plata niquelada, el zinc, el estaño, el aluminio, la plata de ley, el peltre y la aleación "gar". También conoció la importancia de los metales laminados para nuestra industria. Comprenden estos todos los metales que se pueden adquirir en forma de lámina plana, tanto ferrosos como no ferrosos. Las láminas planas con un espesor superior a 1/8 de pulgada se llaman "placas". Por lo tanto, para ser laminado propiamente dicho el metal deberá tener un espesor de 1/8 de pulgada o menos. El espesor de una lámina se denomina calibre. Ha averiguado, igualmente, que hay tres tipos de metales lamina-

dos: de base, con recubrimiento y en aleación. De los primeros, los más comunes en metalistería son el acero laminado negro, el acero laminado en frío y el cobre. Entre los segundos, los más utilizados son la lámina metálica galvanizada y la lámina de estaño u hojalata. Por lo que respecta a las aleaciones, las más usuales en metal laminado son las de aluminio, acero inoxidable y bronce. Otros aspectos de los metales que ha conocido son los relacionados con las técnicas de endurecimiento con calor, para mejorar la textura del acero, y las de acabado. Finalmente, aprendió cuáles son los elementos esenciales de un taller de ductulería y cómo diseñar y proyectar un sistema de ductos. Ya está usted listo para estudiar el problema de los plásticos. ¡Enhorabuena!



Tareas prácticas

Endurecimiento o endurecido de un acero

Materiales que usted necesitará

- Un tramo de laminado en frío *(cold-rolled)* de 1" de diámetro X 5" de largo
- Una fragua o brasero
- Una lima plana bastarda
- Un tornillo de banco
- Un recipiente con agua a temperatura ambiente

Información previa

El endurecimiento, o endurecido, es un proceso de calentar uniformemente un metal a cierta temperatura y después templarlo o enfriarlo en agua, aceite, el aire o en un lugar refrigerado.

Cuando se calienta el acero a una temperatura adecuada, ocurren cambios físicos y químicos por el carbono combinado con el hierro, que forma una nueva estructura dura, frágil y de granos finos llamada "martensita".

Lo que usted deberá hacer

Deberá realizarfísicamente el endurecimiento de un acero.

Procedimiento

1. Obtenga un tramo redondo de acero laminado en frío de 1" de diámetro por 5" de largo o más.
2. Ponga el tramo de un tornillo de banco y límelo un poco con la lima plana bastarda. Notará que el metal casi no opone resistencia a la lima.
3. Exponga ahora el tramo de acero al fuego, en una fragua o brasero, hasta que alcance aproximadamente 250°C (482°F). La barra de acero tomará un color más o menos púrpura.
4. Una vez que el acero haya alcanzado la temperatura indicada, retírelo del fuego y, de inmediato, introdúzcalo en un recipiente con agua a temperatura ambiente.
5. Cuando la barra se haya enfriado, colóquela nuevamente en el tornillo de banco y límela.
6. Compare el grado de dificultad para limar la barra antes y después de templarla.

Conclusiones

La mejor forma de entender las cosas que se están aprendiendo es hacerlas físicamente. Por lo tanto, el aprender a tratar convenientemente un metal ayuda a realizar un mejor trabajo.

...y después, ¿qué sigue?

¿Qué tipos básicos de cizallas y tijeras se usan en el trabajo con lámina metálica? ¿En qué se diferencian las máquinas de piso de las de banco? ¿Qué quiere decir SAMACNA? ¿Qué ventajas tienen los ductos de fibra de vidrio? ¿En qué se distinguen los materiales termoplásticos de los termofraguados? ¿Cuántos tipos de PVC hay? ¿Qué es el PFVR? ¿Para qué se utiliza la soldadura de velocidad?

Examen

INSTRUCCIONES: Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso. Escoja una sola respuesta para cada pregunta. Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.

1. Si al hierro se le agrega una pequeña cantidad de carbono, que es un elemento no metálico, se obtiene

a. bronce.
b. cobre.
c. acero.
d. latón.

2. Las láminas planas que tienen más de 1/8" de espesor se llaman

a. hojas.
b. placas.
c. láminas.
d. galgas.

3. El acero laminado es una lámina sin recubrimiento con una superficie de color

a. gris.
b. negro.
c. azul.
d. negro azulado.

4. La lámina metálica galvanizada es una hoja de acero recubierta con

a. zinc.
b. cromo.
c. níquel.
d. molibdeno.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES

Calificación

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L440

5. El acero inoxidable contiene cromo en una cantidad de

a. 10 y 15%
b. 15 y 30%
c. 12 y 25%
d. 13 y 20%

6. Una de las principales razones por las que se les da un acabado a los metales consiste en evitar

a. la extrusión.
b. la tensión.
c. la elasticidad.
d. la corrosión.

7. Los ductos de ventilación se fabrican con lámina de metal y se unen entre sí con

a. soldadura eléctrica.
b. costuras especiales.
c. soldaduraautógena.
d. remaches.

8. El término "conducto" se refiere a tubos, mientras que "tubería" se refiere a

a. una combinación de tubos.
b. una combinación de metales para tubería.
c. una combinación de tubos de diferentes metales.
d. una combinación de metales.

9. A los dibujos "isométricos" a veces se les conoce como la

a. proyección
b. dimensión.
c. perspectiva.
d. tensión.

10. Antes de empezar a formar un patrón se deben de marcar las líneas de doblez del extremo de la línea a una distancia de

a. 1/8".
b. 1/16".
c. 1/2".
d. 1/4".

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. Herramientas....4
3. Máquinas....6
4. Las normas SMACNA....8
5. Fibra de vidrio....11
6. Plásticos....11
7. Cómo se fabrica el plástico....13
8. Plástico de fibra de vidrio reforzado (PFVR)....16
9. Duelos de PVC....16
10. Soldadura de PVC....18
11. Soldadura de velocidad....18
12. Seguridad....20
13. Resumen....24
14. Tareas prácticas....26
15. Examen..., ...27

Cómo trabajar con metales y plásticos (Segunda parte)

L441 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Herramientas, 4
- Herramientas manuales, 4

Máquinas, 6
- Máquinas de banco, 7
- Máquinas de piso, 7

Las normas SMACNA, 8

Fibra de vidrio, **11**

Plásticos, **11**
- Materiales termoplásticos, **12**
- Materiales de termofraguado, **12**

Cómo se fabrica el plástico, 13

Plástico de fibra de vidrio reforzado (PFVR), **16**

Ductos de PVC, **16**

Soldadura de PVC, **18**

Soldadura de velocidad, **18**

Seguridad, 20
- La seguridad en general, 22
- Ropa y equipo, 23
- Electricidad,23
- Incendios, 23
- Plásticos, 24

Resumen, 24

Tareas prácticas:
- Identificación física de las herramientas del técnico de servicio en REAC, 26

Examen, 27

Introducción

El trabajo que desarrolla el técnico de servicio en aire acondicionado es muy importante para la sociedad en la que se encuentra inmerso, ya que en ciertas épocas del año el aire acondicionado es el elemento más importante en casas, hospitales, iglesias y centros de reuniones masivas. Aunque el trabajo de ductulería es más bien cosa de los ingenieros especialistas en aire acondicionado, el técnico de servicio es su mano derecha, en lo que a montaje y reparación se refiere.

En esta lección haremos un análisis de las diferentes herramientas y máquinas que se emplean en la construcción de los ductos de aire, tanto para calefacción como para enfriamiento.

Por otro lado, haremos referencia a los materiales empleados en la actualidad para construir los ductos de ventilación. Así, pues, veremos la fibra de vidrio y los plásticos, toda vez que la lámina se trató en la lección anterior. Estudiaremos también las técnicas para soldar ductos de materiales plásticos, tan ampliamente empleados hoy en día.

Finalmente, mencionaremos algunas técnicas de seguridad que en su trabajo profesional le serán de gran ayuda para exponerse menos a un accidente y hacer un trabajo más eficiente.

Definiciones y descripciones

CLORURO DE POLIVINILO *(polyvynil chloride).* El PVC es el material termoplástico que se usa más comúnmente y resulta muy adecuado para la fabricación de ductos.

POLÍMEROS *(polymers).* Son subproductos del proceso de destilación del petróleo que se usan para fabricar plásticos.

PRODUCCIÓN EN MASA *(massproduction).* Es la fabricación de un gran número de objetos idénticos.

REMACHE *(rivet).* Es un sujetador que se usa para unir dos piezas de lámina metálica u otros materiales. El remache se inserta en un orificio, y su parte aplastada o cabeza se forma golpeando el remache con un martillo.

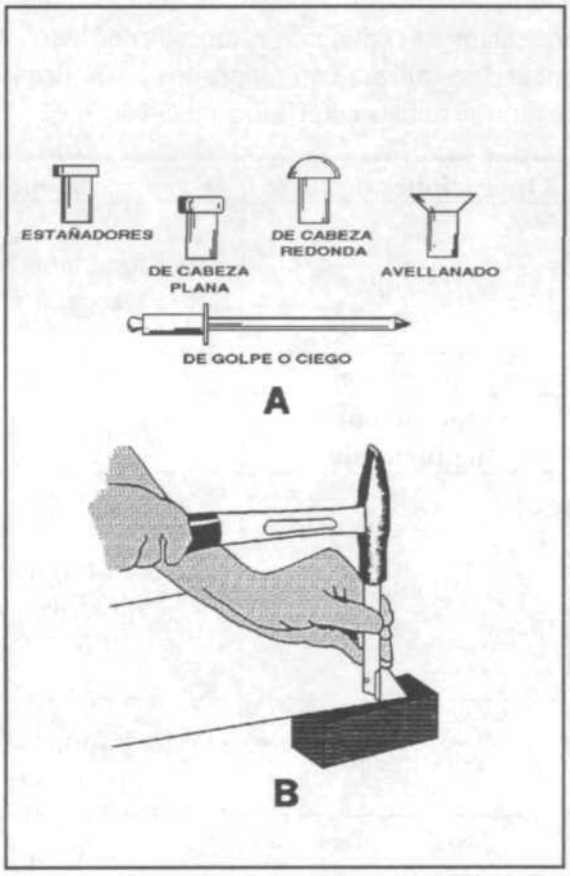


Fig. 41-1. Distintos tipos de remache utilizados en láminas metálicas *(A).* Operación de remache en un proyecto de lámina metálica *(B).*

SINTÉTICO *(synthetic).* Es un producto o material hecho por el hombre y que no puede encontrarse en la naturaleza.

TERMOPLÁSTICO *(thermoplasiic).* Este término se refiere a uno de los dos tipos básicos de plásticos, el cual puede remodelarse muchas veces.

TERMOENDURECIBLE *(thermosetíing).* Es el otro tipo básico de plásticos. Este no puede volver a usarse cuando ya se ha endurecido.

Herramientas

Si asistió usted a un taller de metalistería en la escuela, seguramente está familiarizado con el metal laminado y con las herramientas manuales y de motor que se usan para cortarlo, doblarlo y perforarlo. La tabla de la Figura 41-2 que presentamos a continuación, muestra qué herramientas se utilizan con propósitos específicos cuando se trabaja con lámina metálica.

Herramientas manuales

La operación de cortar láminas de metal se describe con el término "esquilar", el mismo que se aplica a la operación de cortar la lana de la piel de las ovejas. Se emplean cizallas de corte dispuestas a escuadra para recortar las grandes láminas en piezas más pequeñas y fáciles de manejar. Se utilizan tijeras de hojalatero y cizallas manuales para cortar la pieza de acuerdo con el tamaño y la forma

Operaciones de corte	Propósito	Herramientas usadas
recorte	cortar al tamaño adecuado, separar el metal	tijeras para estaño, cizallas manuales y de motor, tijeras de corte recto, ranuradora, cizalla circular
perforación	hacer orificios	punzón hueco, punzón sólido
Operaciones de formado	**Propósito**	**Herramientas usadas**
doblez	hacer formas angulares, cilíndricas y cónicas	puntas formadoras, costuradora manual, plegadora de barra, dobladora de esquinas, plegadora de caja y bandeja, plegadora de prensa, rodillos formadores
contorneado	fabricar formas funcionales en piezas circulares	máquina giratoria con rodillos de achaflanado, plegado, burilado y contorneado
Operaciones de sujeción	**Propósito**	**Herramientas usadas**
remachado	producir una unión permanente	juego de remaches, herramienta remachadora
sujetadores roscados	hacer una unión semipermanente	tornillos para metal laminado, tornillos autorroscantes
formación de costuras	hacer una junta mecánica permanente como las costuras acanaladas, estables, plegadas o dobles	acanaladora manual, bigornias, máquina giratoria
soldadura blanda	hacer una unión permanente e impermeable	soldadura de cobre, soplete, pistola, horno, mechero bunsen
pegadura	hacer una unión permanente e impermeable	cemento de contacto, cemento epóxico, tornillos de presión

Fig. 41-2. Herramientas para trabajar lámina de metal.

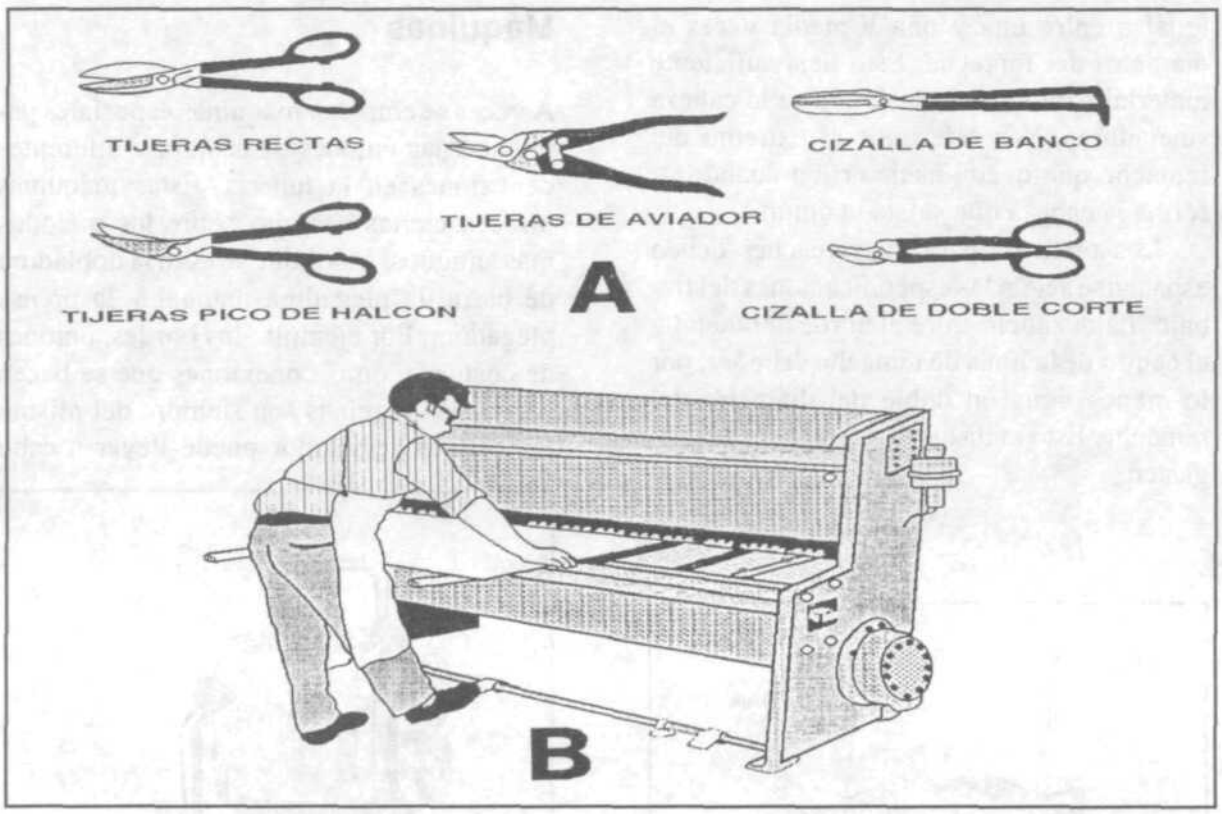


Fig. 41-3. Tijeras y cizallas manuales *(A).* Cizalla industrial accionada por motor *(B).*

del patrón. En la industria del metal laminado, grandes máquinas se encargan de hacer esos cortes. Los cinco tipos básicos de cizallas manuales y tijeras de hojalatero que se usan en el trabajo con lámina metálica se ilustran en la Figura 41-3.

Cuando se trabaja con lámina metálica, frecuentemente es necesario taladrarla o perforarla para colocar en ella remaches, pernos o aditamentos de algún tipo. La unión remachada no es hoy tan popular como en otros tiempos, pero todavía se usa cuando la soldadura de puntos no resulta práctica o cuando el metal es demasiado pesado para la costura. En esos casos, los remaches son lo mejor para hacer la unión.

La precisión en cuanto al tamaño y el espaciamiento de los orificios para hacer la unión con remaches determina en gran parte cuál será la resistencia y el aspecto de la unión. Las perforaciones para los remaches pueden hacerse con punzón o taladro, según el espesor del metal. Por regla general, la lámina delgada se perfora con punzón, mientras que el metal más grueso se taladra. Comúnmente, con el taladro se logra más precisión y se deforma menos el metal.

En el trabajo con lámina metálica se usan muchos tipos de remaches. Los cuatro tipos más comunes son los estañadores, los de cabeza plana, los de cabeza redonda y los de cabeza avellanada, como se muestra en la Figura 41-1. Los remaches estañadores y de cabeza plana se usan en la mayoría de los trabajos de fabricación. Los de cabeza avellanada se utilizan cuando se desea tener una superficie a paño, y los de cabeza redonda se usan a fin de obtener una resistencia excepcional.

No hay reglas definidas para seleccionar el tamaño de los remaches. En general, tienen que ser suficientemente largos como para que, después de atravesar las piezas que van a unirse, sobresalga un trozo de longitud

igual a entre una y una y media veces el diámetro del remache. Esto deja suficiente material para que pueda formarse la cabeza sujetadora. (Nos referimos al extremo del remache que queda hacia arriba cuando se forma la cabeza que sujeta la unión.)

Los orificios para los remaches deben espaciarse según las especificaciones del trabajo. La distancia entre el borde del metal y el centro de la línea de remache debe ser, por lo menos, igual al doble del diámetro del remache. Esto evita que los remaches se desgasten.

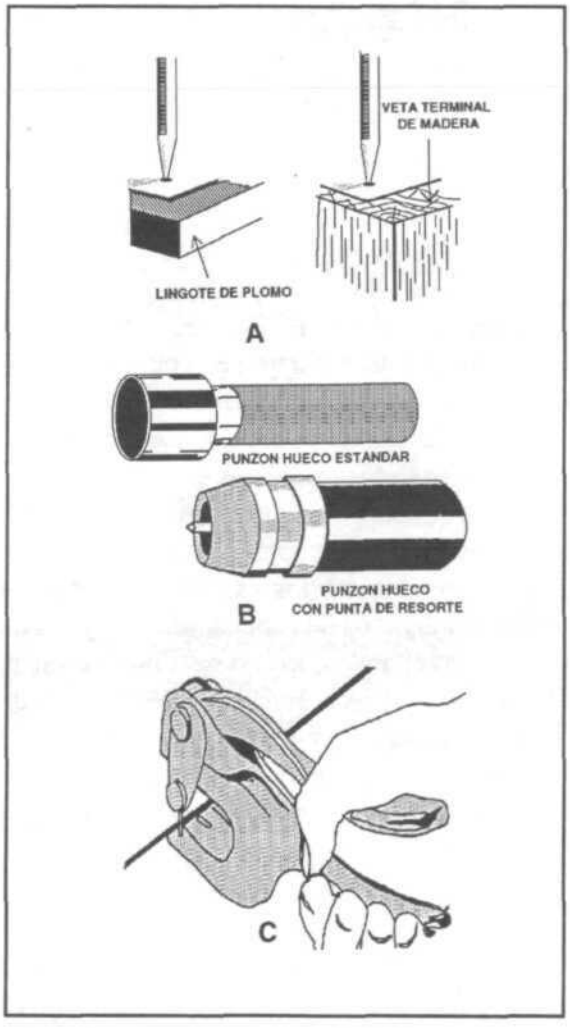


Fig. 41-4. El punzón sólido *(A),* el punzón hueco *(B) y* el punzón manual (C).

Máquinas

A veces se emplean máquinas especiales para hacer las uniones de costura y diferentes conexiones en la tubería. Estas máquinas ofrecen ciertas ventajas sobre los métodos más antiguos, en los que se usan la dobladora de barra, la plegadora manual y la prensa plegadora. Por ejemplo, los bordes, uniones de costura y otras conexiones que se hacen con estas máquinas son siempre del mismo tamaño. El trabajador puede llevar a cabo

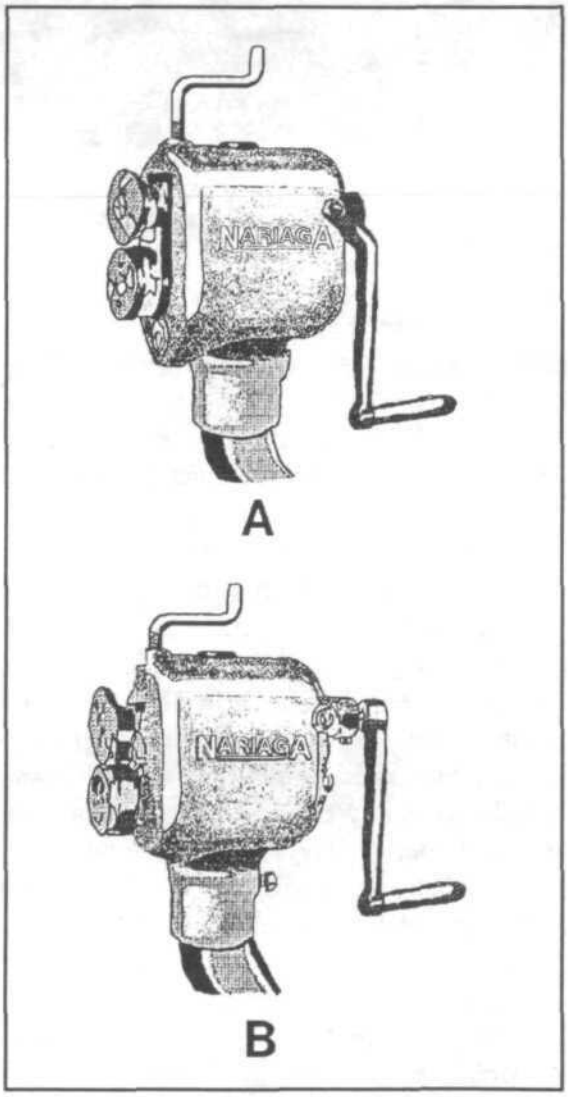


Fig. 41-5. Máquina buriladora (A) y máquina torneadora *(B).* Estas máquinas tienen rodillos intercambiables.

cada trabajo en menos tiempo. Por supuesto, esto le permite reducir el costo total del trabajo.

Las máquinas adaptadas para operaciones específicas se ofrecen en modelos de banco o de piso. Sin embargo, para simplificar las cosas cuando se habla de máquinas, a las más pequeñas se les llama generalmente máquinas de banco y a las demás se les denomina máquinas de piso.

Máquinas de banco

Entre éstas figuran las máquinas buriladoras, torneadoras, trefiladoras o máquinas de estirado, y las ribeteadoras. Todas son más o menos semejantes. Cada una está diseñada para realizar una operación especial y debe usarse según las recomendaciones del fabricante. No son difíciles de manejar. Con un poco de práctica, se puede llegar a dominar cualquiera de ellas.

Otras máquinas de banco son la posicionadora, la de doble costura, la acanaladura, la ribeteadora de codos, la rebordeadora, la formadora y la cizalla circular giratoria. Las máquinas como las que se ilustran en la Figura 41-5 están diseñadas con rodillos intercambiables. Esto permite que un operario desarrolle un proyecto completo con una sola máquina, con el simple hecho de instalar los rodillos apropiados para cada paso de la operación.

Máquinas de piso

Entre las máquinas de piso que se usan en los talleres donde se trabajan metales laminados se incluyen las cizallas de escuadrar, la plegadora manual y de bandeja, la cizalla de motor y la plegadora de prensa que dobla o forma el metal presionándolo contra troqueles especiales. Los troqueles de la plegadora de prensa se intercambian según convenga para cada operación. Esta es una herramienta más orientada a la producción que la plegadora manual.

Una vez que los accesorios han sido fabricados, deben ser llevados al lugar de la

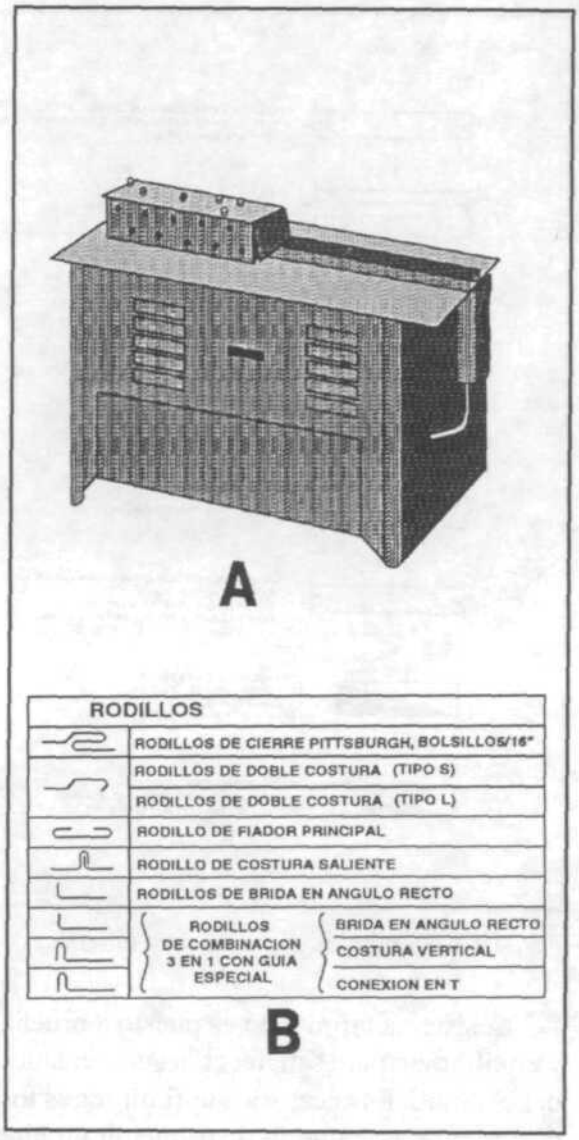


Fig. 41-6. Esta máquina de piso se usa para hacer pliegues para costuras especiales (A), como se muestra en (B).

construcción e instalados en su sitio, Si bien es cierto que la responsabilidad del diseño y distribución del sistema de refrigeración y aire acondicionado le corresponde al ingeniero, la instalación del mismo es tarea del contratista de REAC. Generalmente, los accesorios y conductos se conectan entre sí al mismo tiempo que son instalados.

En los dibujos se usa un conjunto de símbolos estándar. Estos símbolos ahorran tiempo en la preparación del dibujo y hacen que su lectura resulte muy clara.

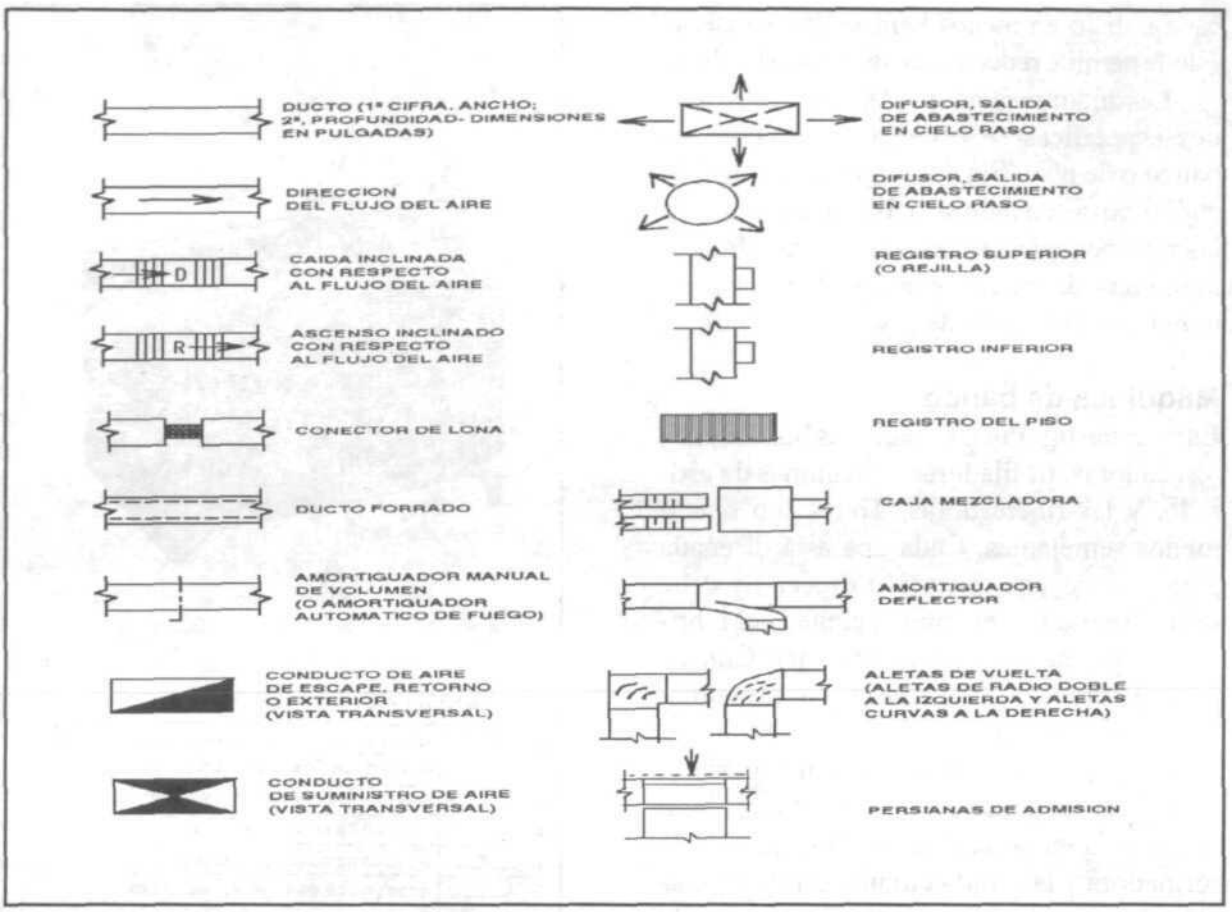


Fig. 41-7. Símbolos comunes para tuberías.

El sistema terminado es puesto a prueba y equilibrado para satisfacer las necesidades del contrato. Es necesario suprimir todos los ruidos y revisar que la distribución de aire caliente y frío sea uniforme en todas las habitaciones.

Cuando avancemos más en este curso y lleguemos a la lección que trata de instalación, daremos otro vistazo al metal laminado y a muchas de las herramientas que se usan para trabajar en las tuberías.

Las normas SMACNA

Uno de los conjuntos de normas sobre especificaciones de fabricación más completos y ampliamente usados es el de la Asociación Nacional de Contratistas de Metal Laminado y Aire Acondicionado (SMACNA en las siglas del nombre inglés). Presentamos a continuación algunas de esas normas:

En los duelos de todos los ramales se deben usar divisores y registros de compuerta que ofrezcan seguridad. Los duelos deben estar bien sostenidos y debidamente anclados. El paso de los duelos a través de los espacios no acondicionados debe estar aislado para evitar las pérdidas o ganancias excesivas de calor y para impedir la condensación. Los duelos deben ser lo más herméticos que sea posible a fin de evitar las pérdidas de aire por fugas.

Los duelos redondeados permilen un flujo más uniforme del aire, pero lo más frecuente es que las limitaciones arquitectónicas exijan el uso de duelos rectangulares. En su sección transversal, estos duelos deben ser lo más cuadrados que el espacio permita. La

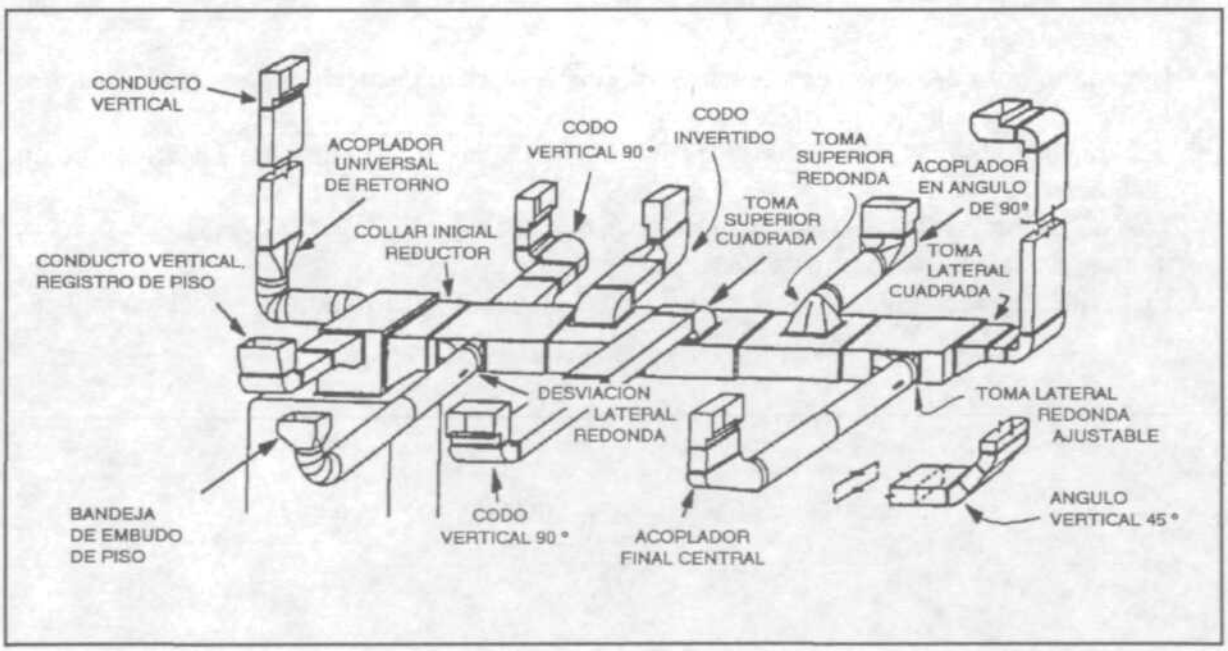
relación entre su anchura y su profundidad (proporción dimensional) no debe ser mayor de 6:1. Las transiciones de un tamaño de ducto a otro deben tener una pendiente de 1 en 7.

Todos los pliegues de laminación deben estar en la misma dirección que el flujo del aire. Además, todos los amortiguadores, divisores y deflectores deben fabricarse de modo que sus bordes no sobresalgan por donde pasa la corriente de aire. En las obstrucciones del ducto se deben instalar "fuselajes". (El fuselaje es un dispositivo que reduce el arrastre o la resistencia del aire.) No se debe permitir que los amortiguadores o divisores retumben.

Es necesario proporcionar conectores de lona (flexibles) en las aberturas de descarga y succión del ventilador. Se deben incluir aberturas de acceso adecuadas para las operaciones de inspección y limpieza. Los ductos deben fabricarse en los calibres aprobados para su tamaño. Es necesario que los grandes duelos estén anclados en forma apropiada y tengan montantes o costillas que les den más rigidez. Los codos de radio pequeño deben tener aletas curvas que faciliten el giro. Es preciso instalar aletas de giro de doble grosor en los codos de ingletes, en las uniones en T o en las derivaciones de ramales de duelos en T.

Incluya extractores de aire y rejillas de compensación para nivelar el flujo del aire hacia los difusores o registros. La corriente de aire debe dividirse en duelos de ramificación cuando las velocidades en éstos sean mayores de 1,000 pies por minuto (fpm). A menos de 1,000 fpm (305 m por minuto), los extractores de aire o los amortiguadores de bifurcación ayudarán a desviar el aire sin producir ruido. En el extremo de los ductos de ramificación o del duelo principal se debe instalar un cabezal de amortiguamiento, con una longitud mínima igual al diámetro del conducto.

El aire tiende a resistirse a cambiar de dirección; por eso, al fluir, se agolpa en la parle exlerna de las curvas. Es necesario considerar la trayectoria probable del flujo para decidir la ubicación de difusores, registros o amortiguadores, en relación con los accesorios. En los duelos de ramificación para el retorno del aire se deben incluir amor-



Fíg. 41-8. Sistema de pleno extendido de distribución para una residencia. Todo el sistema puede hacerse con accesorios y tramos de ducto prefabricados.

tiguadores. En los duelos que pasen a través de muros contra incendio deben instalarse amortiguadores contra incendio, con elementos fusibles calibrados para unos 160 grados F (70.4 °C). En los códigos locales se especifican los detalles de su construcción.

Debe hacerse todo lo posible por reducir al mínimo el ruido en la fuente misma. Es necesario evitar los bordes de metal mal acabados, los tornillos prominentes, las obstrucciones en los duelos, los amortiguadores flojos, y los ventiladores, los motores y la maquinaria que sean ruidosos. Los niveles de ruido pueden reducirse forrando las superficies interiores de los duelos con material acústico, a lo largo de la trayectoria en que fluye el aire. Pueden usarse amortiguadores para reducir las vibraciones de la maquinaria.

Estas normas de SMACNA se aplican a la tubería fabricada a la medida. Tal vez parezcan estrictas, pero son muy importanles. La tubería prefabricada se diseña de acuerdo con todas estas normas. Esas tuberías presentan diferencias, tanto en el diseño del sistema como en sus componentes. Varios tipos generales de sistemas de duelos se usan con frecuencia, pero los que se emplean más a menudo son los sistemas de pleno extendido o de pleno extendido modificado. La Figura 41-8 ilustra un sistema típico que se usa en residencias, con sus correspondientes accesorios.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Las perforaciones para los remaches pueden hacerse con un punzón o un_____según el espesor del metal.
2. Los cuatro tipos de remaches más empleados para unir lámina metálica son los estañadores, los de cabeza plana, los de cabeza redonda y los de cabeza_____.
3. Las buriladoras, las torneadoras, las trefiladoras y las ribeteadoras se clasifican como máquinas de_____.
4. Una de la normas de la SMACNA establece que los duelos deben ser lo más_____ que sea posible para evitar pérdidas de aire por fugas.
5. En los duelos rectangulares, la relación entre su anchura y su profundidad no debe ser mayor de_____.

Respuestas

1. taladro 2. avellanada 3. banco 4. hermético 5. 6:1

Fibra de vidrio

Como antes dijimos, ahora se usa la fibra de vidrio para fabricar duelos, porque tiene muchas ventajas. A veces se habla de la fibra de vidrio como de "vidrio fibroso". En realidad, las hojas de ese material se fabrican con un tipo determinado de fibra de vidrio. Esas hojas se conocen comúnmente como "tabla para ductos". Generalmente, una de las superficies de esa tabla tiene un recubrimiento de aluminio. Esto le sirve como acabado y la protege contra el vapor.

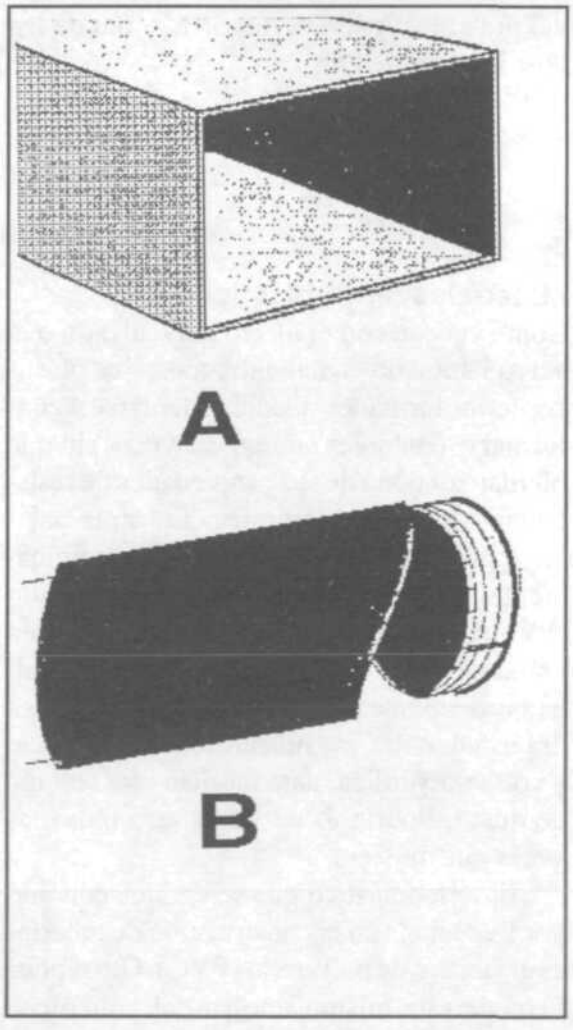


Fig. 41-9. Ductos fabricados con tabla de fibra de vidrio (A) y fibra de vidrio formada sobre alambre helicoidal para que conserve su forma *(B).* Ambos tipos de ducto se usan comúnmente en residencias.

Los sistemas de ductos de fibra de vidrio son apropiados para la calefacción y también para el enfriamiento. Estas son algunas de sus ventajas:

- El aire se desplaza a través de los ductos con eficiencia, sin que haya pérdidas de aire a través de las costuras o uniones.
- El aislamiento incorporado brinda protección contra las pérdidas o las ganancias de calor.
- El aislamiento incorporado absorbe también los ruidos indeseables. Absorbe por completo casi todo el sonido producido por el ventilador y por el movimiento del aire. Las paredes del ducto no vibran.
- El recubrimiento de la superficie ofrece protección contra el fuego y resiste los daños.

La instalación de sistemas de ductos de fibra de vidrio es muy similar a la de los sistemas de ductos de lámina metálica. Sin embargo, hay que dejar los márgenes de tolerancia necesarios según el espesor del tablero, las herramientas utilizadas y los métodos de cierre. Los componentes comunes del sistema que se hace con lámina metálica, como accesorios, codos, derivaciones, transiciones, caídas y muchos otros, pueden hacerse con ductos de fibra de vidrio, usando las mismas técnicas que con la lámina metálica, y empleando ésta como refuerzo y en las aletas o amortiguadores de las vueltas.

Plásticos

Parece que cada vez que volvemos la cara nos encontramos con que los plásticos tienen nuevas aplicaciones. Continuamente se encuentran materiales mejorados y métodos más eficaces para trabajarlos. En ningún lu-

gar es más evidente esto que en la industria del metal laminado, donde ahora se fabrican con plástico casi todos los componentes de un sistema completo para el manejo del aire.

Hay tres buenas razones que explican por qué es cada día mayor la popularidad de los plásticos. En primer lugar, porque pueden superar a los materiales que ellos sustituyen. En segundo, porque pueden costar menos que otros materiales. En tercer lugar, porque el plástico permite fabricar artículos que no podrían haber existido en el pasado.

Entre las aplicaciones comunes de los materiales plásticos figuran los sistemas de escape para extraer humos tóxicos de las fábricas, y las campanas de extracción de gases para los laboratorios donde se usan productos químicos en proyectos de investigación. Los plásticos se utilizan en lugar de los metales en ciertos artículos que se emplean en la industria de la refrigeración y el aire acondicionado, tales como ventiladores, purificadores de humos, campanas extractoras, depósitos, cubiertas de mostrador, fo-

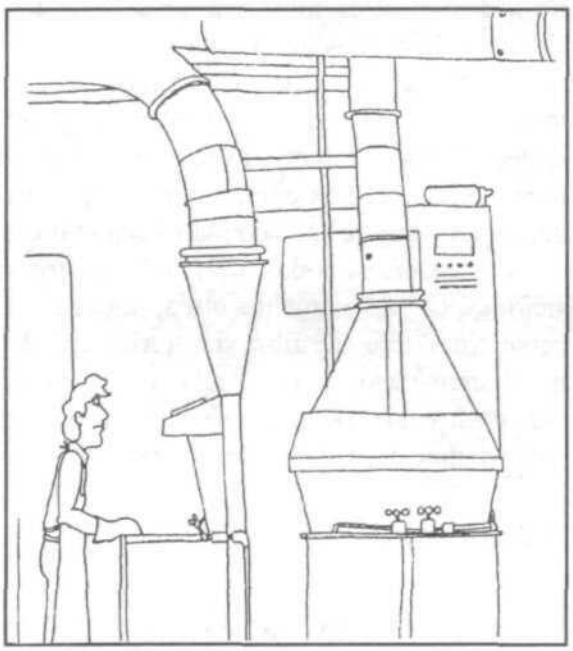


Fig. 41-10. Estas campanas extractoras y ductos de plástico son mucho mejores que la lámina de metal para conducir humos corrosivos.

rros, fregaderos, bancos de laboratorio, persianas y muchos otros accesorios para sistemas de duelos.

En vista de que el uso de los plásticos es tan común, el técnico en REAC debe saber lo más posible sobre esos materiales y sus características. El término "plásticos" se refiere generalmente a cualquiera de los diversos materiales hechos por el hombre (es decir, sintéticos) que se producen por medios químicos. Estos materiales pueden moldearse, vaciarse, extruirse, estirarse o laminarse para formar objetos de muchos tipos.

Los plásticos que se usan en la industria del metal laminado pertenecen a uno de los dos tipos siguientes:

- termoformados (termoplásticos)
- termofraguados

Materiales termoplásticos

Como sucede con el hierro galvanizado o el acero laminado en caliente, todos los plásticos termoformados pueden calentarse y conformarse cualquier número de veces sin que pierdan ninguna de sus propiedades de resistencia mecánica o química. En otras palabras, pueden volver a utilizarse indefinidamente. Una hoja de cloruro de polivinilo (PVC) puede cortarse, formarse y soldarse en una unión para fabricar un ducto de 18 pulgadas de diámetro (45.7 cm). Más tarde podrá usted tomar esa misma sección de ducto y volverla a utilizar para fabricar otra sección de ducto. Podría usted hacer esto todas las veces que quisiera.

El termoplástico que se emplea con mayor frecuencia en la construcción de tuberías es el cloruro de polivinilo (PVC). Oíros plásticos de este mismo tipo son el polietileno (PE) y el polipropileno (PP).

Materiales de termofraguado

Los plásticos de termofraguado nunca pueden volver a ulilizarse. En realidad, se vuel-

Cloruro de polivinilo		
Tipo I	**Tipo II plastificado 25%**	**Tipo II plastificado 50%**
El más rígido	No tan rígido como el tipo I	Plegable como hule
La más alta resistencia a la corrosión	Resistencia a la corrosión algo menor que la del tipo I	Se usa solamente para empaques
Resistencia al impacto igual que el hierro fundido	Resistencia al impacto mayor que la del tipo I	
De color gris	De color gris, pero en tono distinto que el tipo I	
160 °F es la más alta temperatura segura	120 °F es la más alta temperatura segura	
Fácil de formar y fabricar	Más fácil de formar y fabricar que el tipo I	

Fig. 41-11. Resumen de características importantes del PVC.

ven permanentemente rígidos cuando se calientan o endurecen. Por esta razón, hacen posible la fabricación de tuberías muy semejante a las de concreto, teja o cerámica. Una vez que el material se ha fraguado o se ha endurecido, ya no se le puede volver a dar ninguna otra forma.

Para que no se le confundan en la mente estos dos materiales, recuerde usted que los termoPLASTICOS pueden formarse y moldearse todas las veces que se quiera, mientras que los plásticos de termoFRAGUADO se vuelven rígidos y se "fraguan" una sola vez ydefinitivamente.

Cómo se fabrica el plástico

La fabricación del plástico empieza con los polímeros. Estos son subproductos derivados de la refinación del petróleo. Por medio de un proceso químico muy complicado, los polímeros se convierten en un material básico llamado resina. A continuación, la resina se combina con aditivos químicos para cumplir ciertos requisitos físicos y químicos. Algunos de esos aditivos sirven para suavizar el plástico, evitar que se rompa cuando sea expuesto al calor, darle más cuerpo, color, resistencia y ductilidad, o para acelerar sus procesos de endurecimiento o fraguado.

Los plásticos líquidos pueden moldearse en forma de láminas, se pueden usar en recubrimientos aplicables por aspersión o con brocha, o pueden agregarse a pinturas o adhesivos. Otros productos que se elaboran con plástico líquido son ciertos materiales aislantes, cojines, esferas de espuma de estireno (incluso tazas para café) y diversas placas con propósitos decorativos.

El cloruro de polivinilo fue inventado en Alemania en la década de 1930. No fue sino hasta mediados de los años cincuenta cuando tuvo plena aceptación en los paises de América. En esa época, se instaló en muchos sistemas por sus cualidades de resistencia a la corrosión.

Hay dos tipos de PVC. El tipo I es una hoja quebradiza con propiedades de alta resistencia química, pero que se rompe bajo impactos fuertes. Al del tipo II se le añade un plastificante para suavizar la lámina. La adi-

ción del plastificante vuelve al material menos quebradizo, pero también menos resistente a ciertas sustancias químicas. A fin de escoger el PVC adecuado para un sistema en particular, es preciso tomar en cuenta los materiales corrosivos y cualquier abuso al que pudiera estar expuesto el sistema.

Las láminas de PVC se pueden conseguir tanto de tipo I como de tipo II. Su espesor fluctúa entre 1/16 de pulgada (0.16 cm) y una pulgada (2.54 cm). Esas láminas tienen generalmente 48 pulgadas (122 cm) de ancho y 96 pulgadas de largo (244 cm). En la mayoría de los sistemas de ductos se usa material de 1/8", 3/16" ó 1/4" de pulgada (0.32, 0.48,0.64 cm) según el tamaño de los ductos.

El PVC del tipo I se fabrica también en forma tubular. Se moldea por extrusión en forma de un ducto redondo, generalmenle de 20 pies de largo (6 m), con paredes de 3/16

Sustancia	Acero inoxidable tipo 316	PVC Tipo I	Aluminio	Cobre
Acido acético 80%	R	R	R	R
Acido bórico	R	R	R	R
Acido cítrico	R	R	R	R
Acido clorhídrico	A	R	A	A
Acido fluorhídrico	A	R	A	A
Acido sulfúrico, soluc. hasta 90%	A	R	A	R
Agua de mar	R	R	R	R
Alcohol metileno	R	R	R	R
Carbonato de calcio	PR	R	N	N
Clorobencina	R	A	N	N
Cloruro de amonio	R	R	A	R
Cloruro de zinc	R	R	R	R
Cloruro estánnico	A	R	N	N
Gasolina	R	R	R	R
Hidróxido de aluminio	R	R	R	A
Leche	R	R	R	R
Soluciones fotográficas comunes	R	R	N	—
Tricloruro de antimonio	R	N	N	
Yodo	A	A	N	N

Claves:		
	R	Resistente
	PR	Parcialmente resistente
	A	Atacado
	N	No hay datos disponibles

Fig. 41-12. Estas clasificaciones son aproximadas y cabe esperar diferentes índices de resistencia.

de pulgada (0.48 cm) de espesor. Los diámetros que ahora se ofrecen en el mercado abarcan de 6 a 12 pulgadas (15 a 20 cm) y de 14 y 16 pulgadas (36 a 41 cm).

A pesar de sus muchas ventajas, el PVC todavía no es un buen sustituto de la lámina de metal. Por una parte, es entre cuatro y cinco veces más caro que el metal. Además, se requieren mayores costos de mano de obra para trabajar el material a fin de formar los duelos y accesorios. Por estas razones, el PVC se usa únicamente cuando el sistema requiere alta resistencia a la corrosión o un peso muy ligero.

La resistencia del PVC es de sólo la décima parte de la correspondiente al acero. La resistencia del acero a la tracción (tensión) es de unas 80,000 libras por pulgada cuadrada (5624 kg/cm2), mientras que la del PVC es de 8,000 libras por pulgada cuadrada (567.4 kg/cm2) aproximadamente. Al elevarse la temperatura, el PVC se vuelve cada vez más débil. Los fabricantes recomiendan que no se use cuando las temperaturas rebasan los 180 grados F (81.4 °C). A esas temperaturas, se reblandecen y deforman,

Sin embargo, el PVC es excepcional por su resistencia a la corrosión y puede durar indefinidamente, incluso cuando el acero inoxidable ya habría empezado a corroerse. Se ha usado en tuberías para conducir ácido clorhídrico muy concentrado y otros vapores tóxicos. La Figura 41-12 muestra una comparación de la resistencia a la corrosión entre el

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V *si considera verdadera la afirmación, o la letra* F si' *la considera falsa.*

1. El término "plásticos" se refiere generalmente a cualquiera de los diversos materiales hechos por el hombre que se producen por medios químicos.	F	V
2. Los plásticos de termofraguado se vuelven permanentemente rígidos cuando se calientan y no pueden volver a utilizarse nunca.	F	V
3. El cloruro de polivinilo (PVC) fue inventado en los Estados Unidos de Norteamérica en la década de 1930.	F	V
4. Las láminas de PVC vienen en las siguientes medidas: 96" de ancho y 48" de largo,	F	V
5. La resistencia del PVC es de sólo la décima parte de la correspondiente al acero.	F	V

Respuestas

1. V 2. V 3. F (Fue inventado en Alemania en la década de 1930). 4. F (48 de ancho y 96 de largo). 5. V

PVC tipo I y las láminas de metales de base.

Además de su resistencia a la corrosión, el PVC es mal conductor del calor. Por consiguiente, no requiere aislamiento adicional para evitar las pérdidas de calor. La condensación de vapores es menos intensa que en otros sistemas.

Otra ventaja del PVC es que no lo afectan en absoluto la lluvia o la nieve. La luz solar quizá lo decolore, pero no perjudica su resistencia física o química.

Por último, el PVC no representa un peligro de incendio. En realidad, no arde. Puede encenderse y quemarse, pero se apaga en cuanto se retira la llama o la fuente de calor.

Plástico de fibra de vidrio reforzado (PFVR)

En vista de que la resina de plástico que se usa en el termofraguado es cara, se emplean materiales de relleno para engrosar la pared de las tuberías hasta darles el espesor necesario. El rellenador más común es tela o borra de fibra de vidrio. A veces se usan asbestos o fibras sintéticas con este mismo propósito. Además de su papel como rellenador, la fibra de vidrio le imparte más resistencia al producto. Este tipo de tubería se conoce como plástico de fibra de vidrio reforzado o PFVR.

La mayoría de los talleres donde se trabajan metales laminados compran duelos y accesorios terminados que les venden diferentes compañías especializadas en la fabricación de PFVR. Estos elementos son fáciles de armar e instalar. Algunas veces, los tramos de ducto y los accesorios se fabrican con bridas para que la instalación pueda realizarse uniendo las piezas con pernos y empaques. Sin embargo, las bridas de material PFVR son muy costosas y, por consiguiente, no se emplean muy frecuentemente.

En comparación con los termoplásticos, el PFVR tiene tres características que lo hacen preferible para los sistemas de escape de gases corrosivos. La primera es que tiene una gama de temperaturas más alta y es resistente a gran variedad de productos químicos. La segunda es su fuerza y resistencia al impacto. La tercera es su rigidez y ligereza, por lo cual requiere menos soportes y sujetadores que otros materiales plásticos.

El PFVR tiene las dos mismas desventajas que todos los materiales de termofraguado. La primera es que el material no puede soldarse. Se puede pegar con diversos métodos. Sin embargo, se requiere mucho tiempo para que las uniones pegadas se endurezcan y adquieran la resistencia suficiente para poder manejarse. La segunda desventaja del PFVR es que no puede volver a trabajarse. Cuando se comete un error en la instalación con PFVR, todo el trabajo y el material se pierden.

Ductos de PVC

La fabricación de tubería y accesorios de PVC a partir del material laminado requiere el mismo procedimiento básico que la lámina de metal. El alargamiento de las secciones del ducto y los patrones de los accesorios debe señalarse sobre las láminas. El principal factor que se debe tomar en cuenta al hacer el proyecto es la contracción (acotamiento).

Como dijimos antes, la contracción es una característica única del PVC. La mayoría de los materiales se expanden (crecen) con el calor, pero el PVC se contrae al calentarse. La magnitud de esa contracción es siempre la misma, aunque se trate de diferentes "marcas" de PVC. Por lo tanto, el trabajador que lo maneja puede aprender muy pronto cómo debe hacer sus ajustes para compensar la contracción.

Después de haber terminado el trazado del proyecto, las piezas deben cortarse al tamaño adecuado. Si sólo se requieren cortes rectos, puede utilizarse una tijera de corte recto, con capacidad para calibres gruesos, a

fin de cortar las láminas hasta de 1/4 de pulgada (0.63 cm) de espesor. Cuando el espesor sea mayor de 1/4 de pulgada, los cortes pueden hacerse con una sierra de banco, una sierra manual de motor, una sierra de banda o una sierra oscilante para trabajo pesado. Una pequeña sierra oscilante se usa generalmente para cortar las diversas formas que se requieren en los accesorios. Puede usarse una sierra de banda si los cortes radiales no son agudos.

El trazado y corte de formas tubulares se usa solamente en la fabricación de codos y biseles, cortando a inglete los tramos de ducto y soldando las uniones resultantes. Esos accesorios pueden fabricarse haciendo una plantilla (un patrón) para cada corte triangular que se requiera en los accesorios redondos. La plantilla puede sujetarse después al material del ducto. Así el corte se realiza muy rápidamente.

El horno de templado es parte importante del equipo de un taller donde se fabrica ductulería. Generalmente es bastante grande para que una lámina entera de material para ductos pueda calentarse en un solo estante. La mayoría de los hornos tienen dos estantes por lo menos.

Estos son los pasos en la fabricación de un ducto redondo. Primero toda la hoja se calienta en el horno de templado. El tiempo de templado para una pieza de PVC varía según el tamaño. En promedio, bastan entre cuatro y ocho minutos para realizar el trabajo. Cuando la pieza templada se retira del horno, se coloca alrededor de un mandril de diámetro adecuado. Una vez que se enfría, el material fragua en la forma apropiada y así permanece para siempre. Para completar el tramo de ducto, la soldadura debe hacerse longitudinalmente.

El mismo procedimiento se aplica para fabricar accesorios de PVC, tales como reductores, codos, biseles, uniones en T y otras piezas que deben ser templadas. Es decir, la pieza cortada es templada o reblandecida en el horno, y después se le da forma en un mandril de diámetro apropiado. Después se enfría a fin de que la forma fragüe y se realiza la soldadura longitudinal para terminar el accesorio.

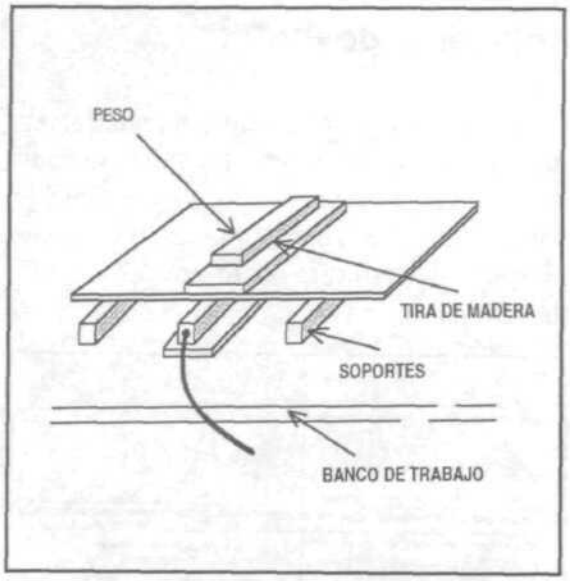


Fig. 41-13. Dispositivo de calentamiento de tiras con dos varillas calefactoras eléctricas.

El calentador de tiras es otro dispositivo que se utiliza para fabricar ductos rectangulares, como se ilustra en la Figura 41-13. Los calentadores de tiras son elementos calefactores eléctricos que reblandecen el plástico a lo largo de un doblez o corte. A continuación, el material es templado por el elemento calefactor, el doblez se realiza con facilidad y se mantiene en el ángulo deseado hasta que se enfría suficientemente para "conservar la forma". Una vez terminado este proceso de formado, las uniones longitudinales se sueldan para terminar la fabricación.

¿Soldadura de plástico? Sí, por supuesto. En realidad, la soldadura de PVC es uno de los pasos más importantes que debe dominar el mecánico que se especializa en metal laminado. La calidad del tramo de ducto o del accesorio depende de la calidad de la soldadura. Para aprender cómo lograrlo, siga usted leyendo.

Soldadura de PVC

Como dijimos anteriormente, el material termoplástico puede derretirse y fundirse cualquier número de veces. Por eso es posible soldar el PVC. Sin embargo, observe que los plásticos de termofraguado no pueden soldarse.

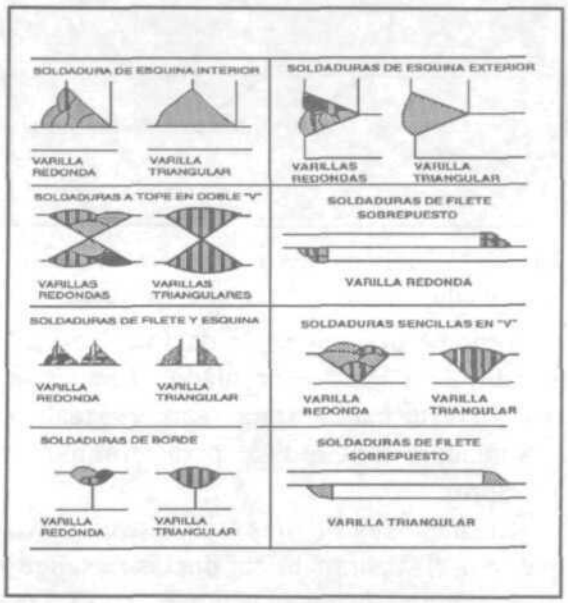


Fig. 41-14. Soldaduras típicas de PVC con varillas soldadoras redondas y triangulares.

En la soldadura, dos bordes de PVC se funden juntos, con una varilla rellenadora o soldadora que se funde también en la junta. Además de las varillas redondas, pueden usarse también varillas triangulares o tiras planas. La Figura 41-14 muestra varios tipos de soldadura de PVC.

Las pistolas para soldar plástico son ligeras y tienen el mango enfriado por aire. Puesto que las soldadoras de plástico no producen chispas, no se requiere el uso de máscaras o cascos. Lo que se necesita es tener cuidado con los humos tóxicos. Sólo se debe soldar plástico en lugares muy bien ventilados.

Observe usted la pistola para soldar plástico que se muestra en la Figura 41-15 (A). Se hace pasar aire comprimido o gas inerte a presión, a través de la pistola, sobre un elemento calefactor. El aire caliente sale de la boquilla colocada en el extremo inferior del barril y pasa por la punta de la herramienta, para calentar el plástico de base y soldar la varilla o la tira al mismo tiempo.

Para el PVC, se usa un elemento calefactor de 350 a 450 grados F (176° a 232 °C) y la temperatura de soldadura es de unos 500 grados F (260 °C). Al regular la presión del gas que entra en la pistola se controla el flujo a través de la misma. Así se puede controlar la temperatura del aire o gas empleado en la soldadura.

La base y la varilla de PVC se calientan juntas y se funden. La corriente de aire caliente debe controlarse con cuidado para que el calor penetre solamente en el grado suficiente para fundir las piezas sin quemarlas. Al mismo tiempo, la penetración del calor debe ser suficiente para que la fusión sea apropiada. Este delicado equilibrio se alcanza con la combinación de un soplete soldador preciso y la habilidad con que el operario coloque la pistola soldadora.

Para preparar la unión, es necesario biselar los bordes. Este diseño de junta, combinado con una buena soldadura, permite conseguir la unión más resistente y de mejor aspecto. Los bordes del material base deben estar biselados para que al unirse formen un ángulo de 60 grados como máximo, según se aprecia en la parte (C) de la Figura 41-15.

Soldadura de velocidad

La soldadura de velocidad fue desarrollada como una operación para ahorrar tiempo en la fabricación de sistemas de duelos de PVC. Fue posible gracias a la invención de la punta o boquilla soldadora de velocidad que se ilustra en la Figura 41-16 (A).

La soldadura de velocidad produce una soldadura firme, casi seis veces más rápidamente que la soldadura hecha a mano por un buen mecánico. Con la boquilla de veloci-

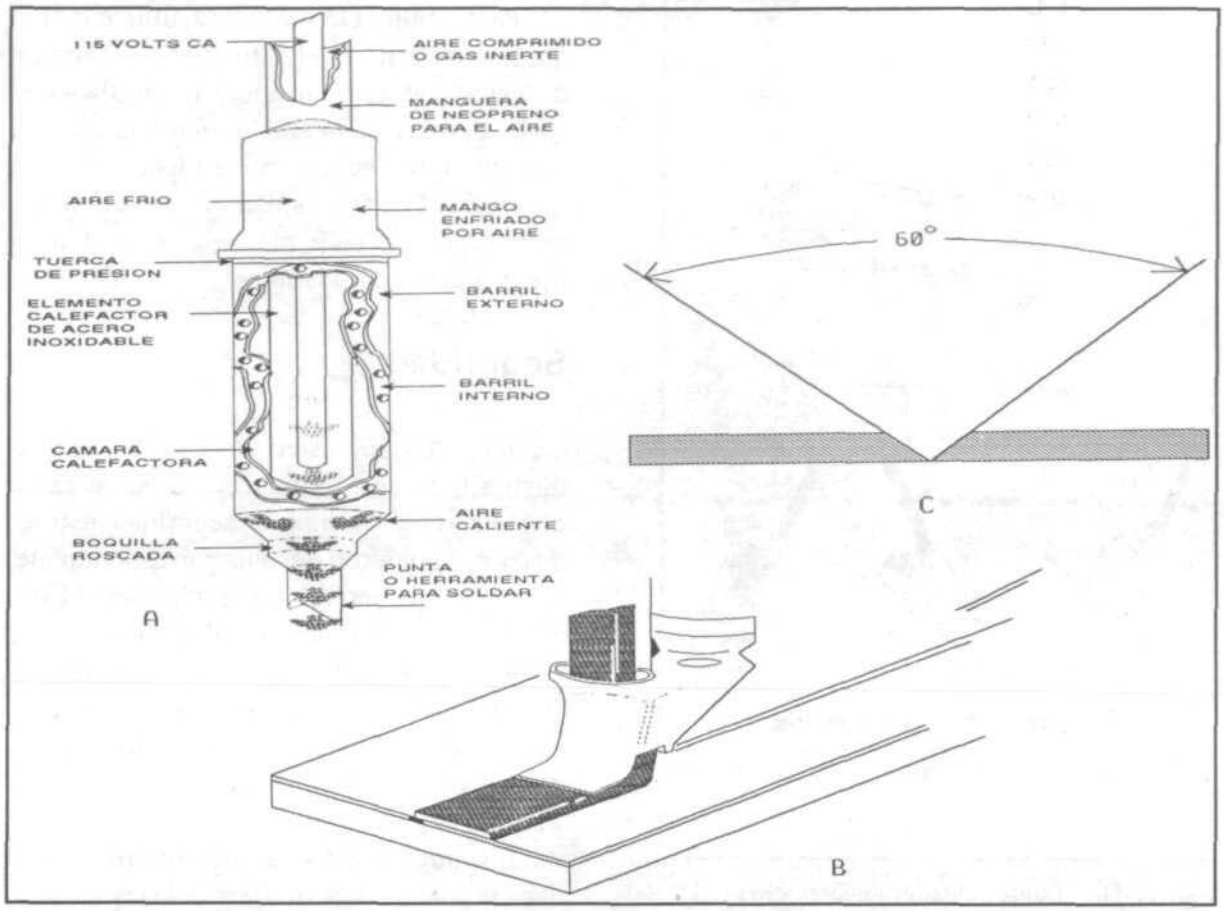


Fig. 41-15. Pistola para soldar plásticos (A). Pistola soldadora de alta velocidad en la que se usa tira plastificada plana *(B).* Los bordes biselados deben formar un ángulo máximo de 60 grados (C).

dad, el tiempo promedio de soldadura es de unos tres pies por minuto (91 cm/min). La soldadura de velocidad le exige también menos concentración al soldador y, en consecuencia, le produce menos cansancio. No es necesario sostener con una mano la varilla mientras se hace la soldadura.

Como las demás boquillas, la boquilla de velocidad se fabrica de modo que pueda aplicarse una corriente de gas caliente a los materiales que van a soldarse. Su característica adicional es que el tubo que corre a lo largo del borde superior de la boquilla sostiene un tramo de la varilla de soldadura, como se muestra en nuestra ilustración.

En el tubo de gas caliente, un pequeño orificio lanza una pequeña corriente de dicho gas contra la parte inferior de la varilla de soldadura, inmediatamente antes de que ésta entre en contacto con el material reblandecido que se va a soldar. El peso de la pistola y la mano del soldador producen toda la presión necesaria para fundir la varilla y unir debidamente las dos piezas.

Este método de soldadura es adecuado para hacer costuras largas y rectas, y asimismo para costuras curvas en duelos de diámetro grande. También es conveniente para cualquier costura donde la pieza que se suelda puede enrollarse o voltearse de modo que la costura quede en una posición cómoda para el soldador. La boquilla no se presta para soldar sitios angostos, como la esquina interna del fondo de un depósito o el codo posterior cuadrado.

Para empezar a soldar con la boquilla de velocidad, sostenga la pistola en ángulo recto con respecto a la superficie de la lámina.

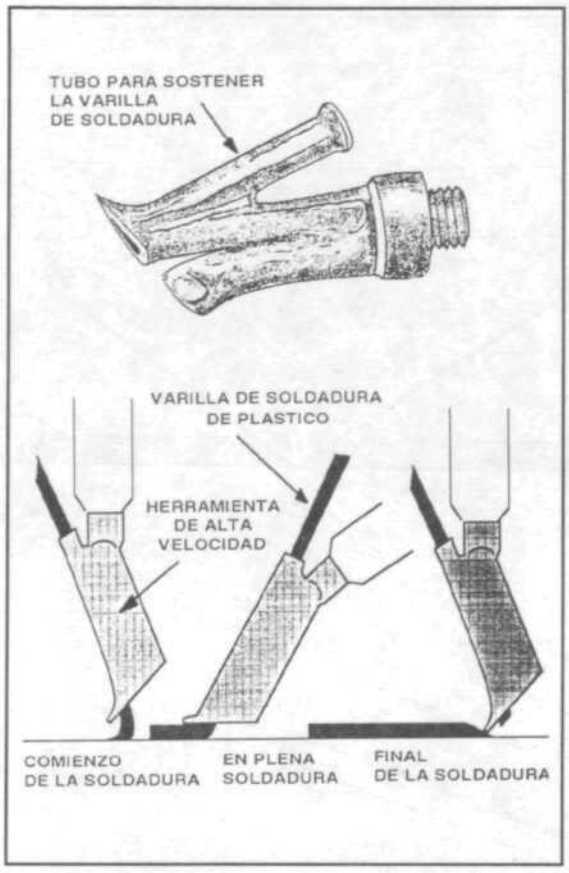


Fig. 41-16. Punta soldadora de velocidad (A). Colocación de la pistola soldadora de alta velocidad para comenzar, realizar y terminar la soldadura *(B).*

Inserte después la varilla en la punta hasta que entre en contacto con los materiales que va usted a soldar, como se muestra en (B) en la Figura 41-16, a la izquierda. A continuación la pistola se debe volver a colocar de manera que la punta quede en la posición de soldadura, encima de la junta, según se ilustra en (B), al centro.

La varilla se introduce a través de la boquilla para hacer la primera o las dos primeras pulgadas del trabajo de soldadura. Esto es para asegurarse de que la operación empiece bien. Una vez iniciada la soldadura, la varilla se alimentará automáticamente, a medida que la pistola se desplace a lo largo de la unión. No se debe impedir que la varilla se deslice fácilmente a través del tubo, a medida que la soldadura avanza por la junta.

Para terminar la soldadura, utilice la cola que se encuentra en el extremo de la boquilla de velocidad, para arrancar la varilla en el punto donde está blanda y bien fundida con el material soldado, como se ilustra en (B), a la derecha. La varilla soldadora puede cortarse también en el lugar deseado con unas tijeras para cortar alambre.

Seguridad

Cuando consigue usted un empleo en la industria o en casas comerciales, se le exige que observe las normas de seguridad instituidas por el gobierno del país correspondiente, como las que fueron establecidas por el Congreso de Estados Unidos, al aprobar la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo *(Occupational Safety and Health Act).* Estos estrictos reglamentos les brindan protección al empleado y al patrón en todos los aspectos del trabajo.

En muchos estados norteamericanos se han aprobado leyes similares a la ley federal. Estas normas incluyen no sólo las medidas más obvias, como el uso de gafas o anteojos de seguridad, sino también normas en materia de dispositivos de protección, contaminación del aire y ruido, riesgos relacionados con la electricidad y todos los demás aspectos de las condiciones laborales. Cada patrón tiene que establecer y mantener condiciones de trabajo que sean seguras y saludables. Todos los trabajadores deben respetar esas reglas de seguridad.

Toda persona debe adquirir hábitos seguros de trabajo antes de empezar a laborar en un taller. La mayoría de las industrias exigen que se imparta educación en asuntos de seguridad. Las prácticas seguras de trabajo evitan accidentes que pueden afectarlo a usted y a quienes trabajan a su lado. Tenga presente que usted no es la única persona que trabaja en el taller. Si sus compañeros ven que "omite las precauciones" o labora en forma inse-

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo el término entre paréntesis que complete las siguientes afirmaciones.

1. En virtud de queja resina de plástico que se usa en el termofraguado es cara, en la elaboración del plástico de fibra de vidrio reforzado (PFVR) se usa como rellenador tela o (borra de fibra de vidrio, plástico).
2. La fabricación de tubería y accesorios de PVC a partir del material laminado requiere el mismo procedimiento básico de la (lámina de fibra de vidrio, lámina de metal).
3. El calentador de tiras es un dispositivo que se utiliza para fabricar ductos (redondos, rectangulares).
4. La temperatura de soldadura del PVC es de alrededor de (500 °F, 800 °F).
5. La soldadura de velocidad fue desarrollada como una operación para ahorrar tiempo en la fabricación de ductos de (lámina, PVC).

Respuestas

1. borra de fibra de vidrio 2. lámina de metal 3. rectangulares 4. 500 °F 5. PVC

gura, se negarán a trabajar con usted o cerca de su persona. ¡Que nadie los culpe por eso!

Los accidentes no son muy frecuentes entre los operarios que trabajan con lámina de metal. Sin embargo, cuando llegan a presentarse, esos accidentes suelen ser graves. La fractura de un hueso puede impedirle trabajar durante varias semanas o incluso meses. Pueden pasarle también otras cosas peores. Si no tiene cuidado con la maquinaria, puede perder una mano. Ya ha sucedido antes y puede volver a suceder. Sin embargo, no tiene por qué volver a ocurrir.

Recuerde que no basta con leer o entender las reglas de seguridad. En todo momento debe usted demostrar que las conoce y las comprende. El método de trabajo más seguro puede parecer incómodo al principio. Tal vez requiera más tiempo. Sin embargo, cuando adquiera usted el hábito de la seguridad, los métodos inseguros de trabajo le parecerán inadecuados.

Las siguientes reglas de seguridad, aplicables al taller donde se trabaja con lámina de metal, han sido adoptadas por tres buenas razones:

- para protegerlo a usted y a sus compañeros contra las lesiones físicas
- para reducir al mínimo los daños al taller, la maquinaria y las herramientas con las que usted tiene que trabajar
- para proporcionarle a usted experiencia en los conceptos de seguridad, aplicables a cualquier centro de trabajo, no importa cuál sea su especialidad.

Sin embargo, recuerde que la base de su seguridad personal y la de sus compañeros depende tanto de su actitud positiva y conciencia ante el problema como de cualquier conjunto de reglas de seguridad. La realidad es que no habrá dominado usted una operación mientras no haya adquirido el hábito de trabajar siempre con seguridad.

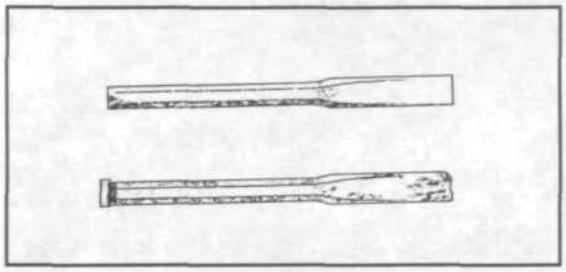


Fig. 41-17. El cincel frío que aparece arriba está afilado y en buenas condiciones. El que aparece abajo está desafilado y tiene cabeza de "hongo".

La seguridad en general

¡Concentre su atención en su trabajo! El taller no es un lugar para jugar. Los actos de descuido o irreflexión, como jugar, correr, tropezar con los demás o empujarlos pueden provocar accidentes que ocasionen lesiones graves.

Nunca lleve herramientas en sus bolsillos. Si sufre una caída, sus bordes filosos pueden clavársele o lesionar a otra persona. No use herramientas desafiladas. La utilización de herramientas sin filo puede estropearlas y ocasionarle heridas graves.

Al levantar una carga, acerqúese a ella lo más posible. Ya hemos hablado en este curso de la forma correcta de levantar un objeto. Es muy importante que tenga usted cuidado de no lastimarse la espalda. Mantenga su espalda rígida y deje que los músculos de sus piernas hagan el trabajo. Si la carga es demasiado pesada, pida usted ayuda. El hecho de pedir ayuda demuestra que tiene usted buen juicio. De lo contrario, puede lastimarse los músculos. Los efectos de una lesión en la espalda, un tirón en los brazos o en las piernas o una hernia pueden afectarle a usted por el resto de su vida.

En general, asegúrese de que todas las máquinas que usted vaya a manejar tengan protectores efectivos y en buen estado, y de que siempre estén colocados en su lugar. Vuelva a colocar esos protectores inmediatamente después de hacer reparaciones en la máquina.

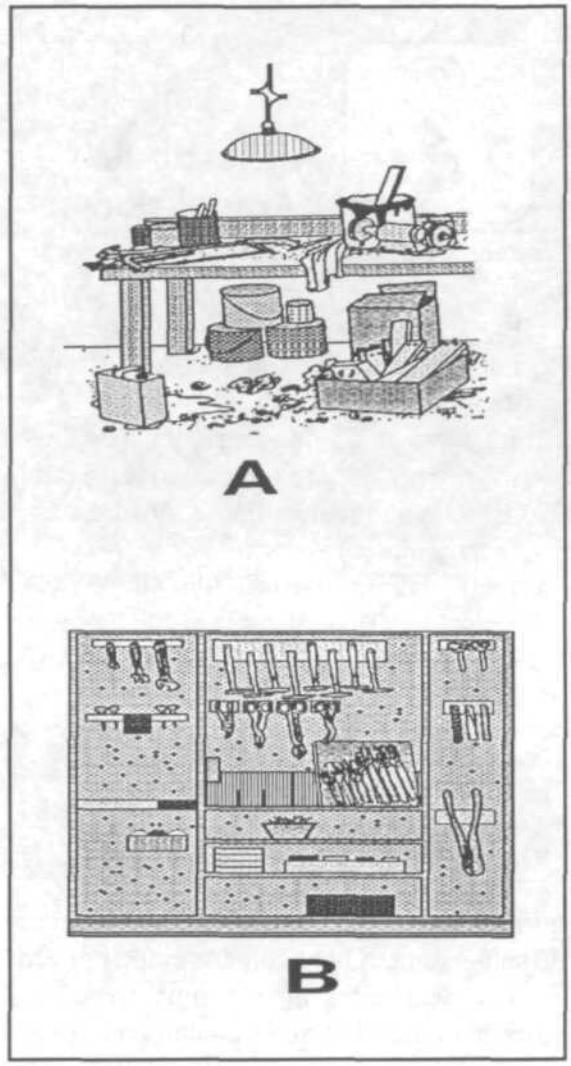


Fig. 41-18. Este lugar de trabajo nos da la impresión de que va a suceder un accidente *(A),* mientras que este otro es evidentemente un buen lugar para trabajar (5).

Nunca trate de lubricar, limpiar, ajustar o reparar una máquina que esté funcionando. Detenga la máquina y asegure el interruptor de encendido en la posición de desconectado.

No maneje una máquina mientras no le hayan dado instrucciones completas sobre su uso. No trate de manejar una máquina si no sabe perfectamente cómo utilizar sus dispositivos de seguridad y cómo ponerla fuera de servicio.

Aunque haya apagado una máquina, no se aleje de ella mientras no esté completamente detenida. Nunca trate de detener las

piezas de una máquina con las manos o alguna otra parte de su cuerpo. Piense en lo que podría suceder.

El piso del taller debe estar libre de herramientas, recortes de metal y desperdicios. Deposite los recortes en los recipientes suministrados con este propósito. Mantenga el piso libre de aceite, grasa u otros líquidos. Limpie inmediatamente las salpicaduras para que usted y sus compañeros no se resbalen al pisarlas. Guarde los materiales de modo que nadie se tropiece con ellos. No deje herramientas o piezas del trabajo sobre la mesa de una máquina. Pueden caerse y herirle a alguien un pie. Guarde las herramientas y las piezas de trabajo que no esté usando.

Pida ayuda para manejar piezas grandes o pesadas. Puede sufrir cortaduras si no maneja debidamente las láminas. No deje que éstas se deslicen o resbalen por sus manos. No trate de atrapar o detener una lámina que se cae. Tenga cuidado con las rebabas que quedan en las láminas cuando las tijeras no se usan correctamente.

No hace falta decir que nunca se debe "retozar" en el taller. Concéntrese en su trabajo. No sostenga conversaciones largas mientras esté trabajando, sobre todo si usted u otra persona está manejando una máquina de motor.

Asegúrese de que tiene la iluminación suficiente para ver con claridad. No opere una máquina si está cansado o no se siente bien. Si su máquina es la que parece no sentirse bien, no intente repararla. Ese es el trabajo de un mecánico.

Ropa y equipo

Cuando maneje cualquier máquina, use siempre gafas o anteojos de seguridad o máscaras protectoras diseñadas para ese tipo de trabajo. Use la ropa adecuada para el trabajo. Eso significa no llevar joyas que puedan quedar atrapadas en las piezas móviles de una máquina. No use corbata, ni prendas muy flojas o rotas. Use una camisa de manga corta o enróllese las mangas arriba del codo. Use un delantal de taller atado por la espalda. Quítese los guantes antes de poner en operación o de manejar una máquina. Si el metal es áspero o filoso y tiene que usar los guantes, hágalo cuando la máquina esté detenida. Si tiene el cabello largo, áteselo en la nuca para que no quede atrapado en su trabajo.

Electricidad

Revise todos los cables eléctricos para asegurarse de que se encuentran en buen estado. Cerciórese de que todos los interruptores de las máquinas estén localizados donde el operario puede alcanzarlos con rapidez, sin desatender su trabajo. Entérese de dónde están todos los interruptores de emergencia. No sobrecargue una máquina. Infórmese de su capacidad. Asegúrese de que todas las herramientas eléctricas portátiles estén bien conectadas a tierra. No las use si no tienen una buena conexión a tierra.

Compruebe que los cables no estén enredados. No los arrastre sobre superficies calientes o ásperas, ni sobre sustancias químicas. Mantenga los cables libres de grasa o aceite. Nunca los deje en el piso donde la gente pueda pisarlos, ni permita que cuelguen entre dos máquinas. Tenga la seguridad de que si lo hace alguien se tropezará con ellos.

Incendios

Averigüe dónde se localizan los extinguidores de incendios y aprenda a usarlos. Guarde los líquidos inflamables en recipientes de metal. Guarde las pinturas y adelgazadores en un armario de metal, lejos de cualquier llama. Conserve solamente una provisión limitada de esos materiales dentro del taller. Por supuesto, asegúrese de colocar los trapos impregnados de aceite, de desperdicios o pintura, en recipientes metálicos y ciérrelos herméticamente.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falla para completar las siguientes afirmaciones.

1. Las prácticas_____de trabajo evitan accidentes que pueden afectarlo a usted y a quienes trabajan a su lado.
2. Los actos de descuido o irreflexión, como jugar, correr, tropezar con los demás o empujarlos pueden provocar_____que ocasionen lesiones graves.
3. Al levantar una carga se debe tener cuidado de no lastimarse la espalda manteniendo su espalda rígida y dejando que los músculos de las_____hagan el trabajo.
4. Es importante cerciorarse de que los cables eléctricos se encuentren siempre en_____ estado.
5. En la soldadura de plástico no se usa flama, pero el principal peligro para la salud y la seguridad está en los_____tóxicos.

Respuestas

1. seguras 2. accidentes 3. piernas 4. buen 5. humos

Plásticos

En la soldadura de plástico no se usa flama. Por eso no se producen chispas. Como dijimos anteriormente en esta lección, el principal peligro del plástico para la salud y la seguridad consiste en sus humos tóxicos. No arriesgue su salud respirando los humos que se desprenden de los plásticos. Asegúrese de que haya muy buena ventilación. Todo taller y centro de trabajo requiere buena ventilación todos los días. A fin de cuentas, lo mismo puede decirse de la casa donde usted vive. Siempre que aplique soldadura de plástico, se necesitará ventilación adicional para que usted mismo y quienes lo rodean puedan protegerse de los humos tóxicos.

Resumen

Al término de esta lección, usted conocerá a fondo los tipos de herramientas manuales y de máquinas que debe usted manejar en la operación de cortar láminas de metal. También sabrá que las máquinas que usted va a utilizar en sus tareas de técnico de servicio en refrigeración y aire acondicionado se clasifican en máquinas de banco y en máquinas de piso, y ya habrá aprendido qué género de instrumentos pertenece a una u otra categoría. Ya estará familiarizado con las normas sobre especificaciones de fabricación de la SMACNA, sigla basada en el nombre inglés de la Asociación Nacional de Contratistas de Metal Laminado y Aire Acondicionado, una de la más prestigiosas sociedades profesionales en el campo de la REAC. No obstante, el tema principal de esta lección es el cono-

cimiento de materiales vitales en la fabricación de ductulería: la fibra de vidrio y los plásticos. Los duelos fabricados con fibra de vidrio tienen, entre otras, la ventaja de no perder aire, de absorber los ruidos del ventilador y del propio aire, de que no vibran sus paredes, de que el recubrimiento de su superficie protege del fuego. En cuanto a los plásticos, su popularidad se debe a, por lo menos, 3 razones: pueden superar a los materiales que sustituyen, pueden costar menos y pueden permitir la fabricación de artículos hasta ahora imposibles de producir. Los plásticos que se emplean en la industria del metal laminado pueden ser de 2 clases: termoformados (o termoplásticos) y termofraguados. Los plásticos pertenecientes a la primera categoría pueden utilizarse indefinidamente. Los más importantes para la fabricación de ductos son el cloruro de polivinilo (PVC), el polietileno (PE) y el polipropileno (PP). Los plásticos de termofraguado nunca pueden volver a utilizarse, se vuelven permanentemente rígidos al calentarse o endurecerse. Son importantes, pues, donde la dureza es un factor importante. Otros puntos que habrá estudiado son las ventajas y desventajas, tanto del PVC como del PFVR, siglas del plástico de fibra de vidrio reforzado. Igualmente conocerá todo lo relativo a la soldadura del PVC, incluida la llamada soldadura de velocidad, una técnica inventada para ahorrar tiempo en la fabricación de ductos de este material. Lo último tratado en esta lección fue el tema de la seguridad en su taller. Esperamos que siempre dedique toda su atención a los hábitos de seguridad, y que los haga una forma de vida en su trabajo. Después de todo le gustará proteger su inversión de tiempo y esfuerzo para convertirse en un técnico de refrigeración y aire acondicionado.

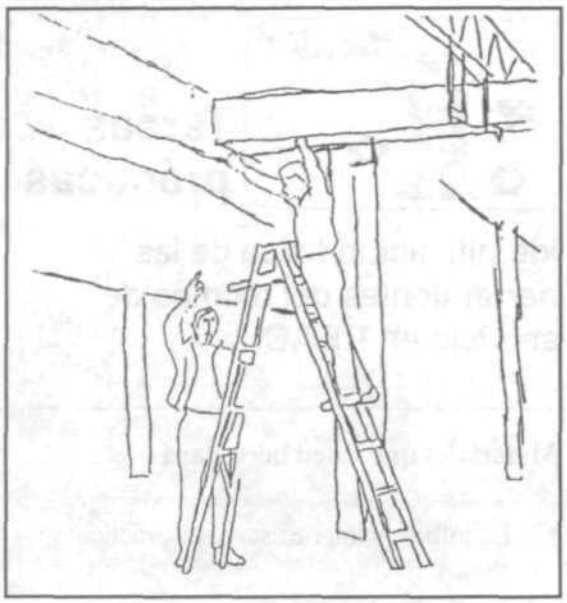
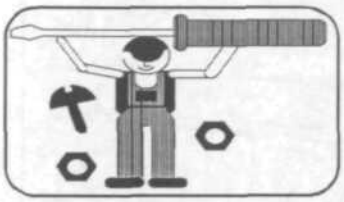


Fig. 41-19. Estos trabajadores están instalando ductos rectangulares prefabricados, de fibra de vidrio recubierta con hoja de aluminio.



Tareas prácticas

Identificación física de las herramientas del técnico de servicio en REAC

Materiales que usted necesitará

- La información de esta tarea práctica
- Catálogos de herramientas

Información previa

El desarrollo de conjuntos de herramientas para técnicos depende, por supuesto, de la naturaleza y alcance de sus necesidades. Variará con la clase de trabajo: instalación, servicio de reparación, refrigeración, aire acondicionado, etc. Independientemente de ello, la selección cuidadosa, el mantenimiento y el conocimiento de sus herramientas son consideraciones importantes para el técnico. El trabajo mal hecho o un accidente pueden con frecuencia deberse al uso impropio, o a la falta de uso, de herramientas manuales.

Uno de los trabajos más comunes del técnico en refrigeración y aire acondicionado es el corte de lámina delgada para fines tan diversos como calzar el motor o el compresor, hacer una junta ciega para una tubería, hacer un registro de inspección en un ducto, etc. En este tipo de trabajos necesitará emplear tijeras para lámina de diferentes tipos y tamaños, según sea el caso.

Lo que usted deberá hacer

Conseguirá un catálogo de tijeras para lámina que incluya los diferentes tipos y tamaños de las mismas.

Procedimiento

1. Investigue cuántos tipos y tamaños de tijeras hay.
2. Busque en las ferreterías o tlapalerías de su localidad, y averigüe si tienen en existencia estos tipos y tamaños.
3. Indague las diferentes marcas que hay y sus cualidades.
4. Pida que le obsequien un catálogo comercial donde se relacione esta herramienta.
5. Trate de hacer la relación más conveniente de forma y tamaños (analizando también precios y calidades), para que en su momento pueda adquirir lo más adecuado.

Conclusiones

El contar con la suficiente y adecuada información permite tomar las decisiones más acertadas, y ello nos hace más eficientes en nuestro trabajo. Siga usted preparándose para ser el mejor técnico.

...y después, ¿qué sigue?

¿Qué son los congeladores horizontales? ¿Tienen evaporador los refrigeradores sin congelación? ¿Qué es un preenfriador? ¿Qué función tiene la línea de líquido? ¿Para qué sirve la tira de larguero? ¿Qué tipos de evaporadores hay? ¿Qué es y para qué sirve el compresor alternativo? ¿Qué es un condensador de convección forzada? ¿Qué es un tubo capilar? ¿Cómo se transporta un refrigerador?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. Los remaches de cabeza avellanada se utilizan cuando se desea tener una superficie

a. a reborde.
b. a tapajunta.
c. a paño.
d. a empalme.

2. Las cizallas de escuadrar, la plegadora manual y la de bandeja, y la plegadora de prensa, se clasifican como máquinas de

a. mano.
b. piso.
c. banco.
d. control numérico.

3. Las transiciones de un tamaño de ducto a otro deben tener una pendiente de

a. 1 en 7.
b. 7en 1.
c. 1 a 7.
d. 7 al.

4. Los plásticos se utilizan en lugar de los metales en ciertos artículos que se emplean en aire acondicionado, tal como

a. compresor.es.
b. válvulas de control.
c. evaporadores.
d. ventiladores.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES

Calificación

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección **L441**

5. A través de la refinación del petróleo se obtienen los polímeros, los cuales se convierten en un material básico llamado

a. polivinilo.
b. resina.
c. plástico.
d. amoniaco.

6. En la fabricación de ductos, la fibra de vidrio además de rellenador le imparte al producto más

a. maleabilidad.
b. ductilidad.
c. fluidez.
d. resistencia.

7. Una característica propia del PVC es que al calentarse éste se

a. contrae.
b. dilata.
c. suaviza.
d. endurece.

8. Las pistolas para soldar plástico son ligeras y tienen el mango enfriado por

a. agua.
b. gas.
c. aire
d. aceite.

9. La velocidad promedio de la soldadura de velocidad es de

a. 5 pies/min.
b. 3 pies/min.
c. 1 pie/min.
d. 4 pies/min.

10. Nunca se debe de tratar de lubricar, limpiar, ajustar o reparar una máquina cuando ésta esté

a. detenida.
b. desarmada.
c. desmontada.
d. funcionando.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción....4
1. Definiciones y descripciones....4
2. Clases de refrigeración doméstica....6
3. Las partes selladas y sus funciones....10
4. Herrajes y revestimientos del gabinete....15
5. Los evaporadores y sus lugares de ubicación....16
6. Tipos de compresores....19
7. Los condensadores y sus ubicaciones....21
8. Selección del repuesto del tubo capilar....23
9. La placa de datos del refrigerador y su ubicación....24
10. Transportación de un refrigerador....25
11. Resumen....26
12. Tareas prácticas....27
13. Examen..,...29

Refrigeración doméstica

L442 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 4

Definiciones y descripciones, 4

Clases de refrigeración doméstica, 6
- Refrigeradores, 6
  - Refrigerador con descongelación manual de una sola puerta, 7
  - Refrigerador con ciclo de descongelación, 8
  - Refrigerador sin congelación, 8
  - Unidades de refrigerador y congelador lado a lado, 8
- Congeladores, 9
  - Congeladores verticales, 9
  - Congeladores horizontales, **10**

Las partes selladas y sus funciones, **10**
- Funcionamiento de las partes selladas, **11**
  - Compresor, **11**
  - Línea de descarga, **11**
  - Condensador, **11**
  - Línea de líquido, **12**
  - Filtro deshidratador de la línea de líquido, **12**
  - Tubo capilar, **12**
  - Evaporador, **13**
  - Línea de succión, **13**
  - Acumulador, **13**
  - Enfriador de aceite, **13**
  - Preenfriador, **14**

Herrajes y revestimientos del gabinete, **15**
- Herrajes y revestimientos más importantes, **15**
  - Manija de la puerta, 15
  - Empaque de la puerta, **15**
  - Recubrimiento de la puerta, **15**
  - Conservador para mantequilla, **15**
  - Tira desviadora, **15**
- Recubrimiento interior, **16**
- Placa protectora contra golpes, **16**
- Recubrimiento exterior, **16**

Los evaporadores y sus lugares de ubicación, **16**
- Tipos de evaporadores, 17
  - Tipo de anaquel, **17**
  - Tipo de envoltura, **17**

Tipo de placa fría, **17**
Tipo de aletas, **17**
Dónde se encuentran los evaporadores, **18**

Tipos de compresores, **19**
Compresores alternativos, **19**
Compresores rotatorios, **20**

Los condensadores y sus ubicaciones, **21**
Tipos de condensadores, 22
Tipo de aletas, 22
Tipo de tubería dentro de la pared, 22
Tipo de placa, 22
Tipo de tubos, 23
Dónde se encuentran los condensadores, 23

Selección del repuesto del tubo capilar, 23

La placa de datos del refrigerador y su ubicación, 24
Dónde se encuentran las placas de datos de los refrigeradores, 25

Transportación de un refrigerador, 25

Resumen, 26

Tareas prácticas:
Identificación de los diferentes tipos de evaporadores, 27

Examen, 29

Introducción

El término sistema sellado se refiere a las dos clases existentes de unidades domésticas de refrigeración. Una de ellas es el refrigerador. La otra es el congelador. En los aparatos modernos se combinan las dos clases en una sola unidad. Los congeladores de estas unidades no son adecuados para conservar alimentos por periodos muy largos de tiempo. Por lo tanto, en muchos hogares también poseen un congelador separado. Algunas veces será un congelador del tipo horizontal. En otras ocasiones será un congelador vertical. Las temperaturas mucho más bajas de estos congeladores permiten que el usuario almacene alimentos durante lapsos más prolongados.

En un sistema sellado, las partes del mismo están encerradas dentro de un alojamiento. Un compresor hermético es un sistema sellado. Las partes del compresor se encuentran, junto con el motor, en un alojamiento soldado. Un compresor semihermético es un sistema sellado. Sus partes están montadas con tornillos dentro de un alojamiento. En esta lección usted conocerá lo relacionado con los sistemas sellados. Un refrigerador doméstico es un sistema sellado. Se conoce por muchos nombres. Algunas personas todavía lo llaman "hielera". Otras lo conocen como "Frigidaire". Algunas personas solamente lo llaman "refri". Por supuesto, para mucha gente es un refrigerador. Probablemente usted posee uno. Los congeladores también son sistemas sellados.

En esta lección conocerá todo lo relativo a las partes selladas y el gabinete, con particular atención a los evaporadores, los compresores y los condensadores.

Definiciones y descripciones

En la primera sección de este epígrafe aprenderá usted algo sobre algunas de las partes selladas. Dichas partes son las que no se tocan durante la operación doméstica normal de la unidad. Son las partes que hacen funcionar al sistema de refrigeración. En otras secciones aprenderá usted sobre el resto de las partes selladas.

Partes selladas

CONDENSADOR CON TUBOS EN LA PARED *(tube-in-wall condenser).* Este es un tipo especial de condensador. Se usa en refrigeradores domésticos. La tubería de este condensador está incorporada a las paredes internas de la cubierta exterior del gabinete. La Figura 42-1 ilustra lo que acabamos de decir. Este tipo de unidad está enfriada por aire estático. Eso significa que el aire que rodea el exterior de la pared se encarga de enfriar el condensador. Los condensadores con la tubería incluida en la pared se usan también en congeladores tipo cofre.

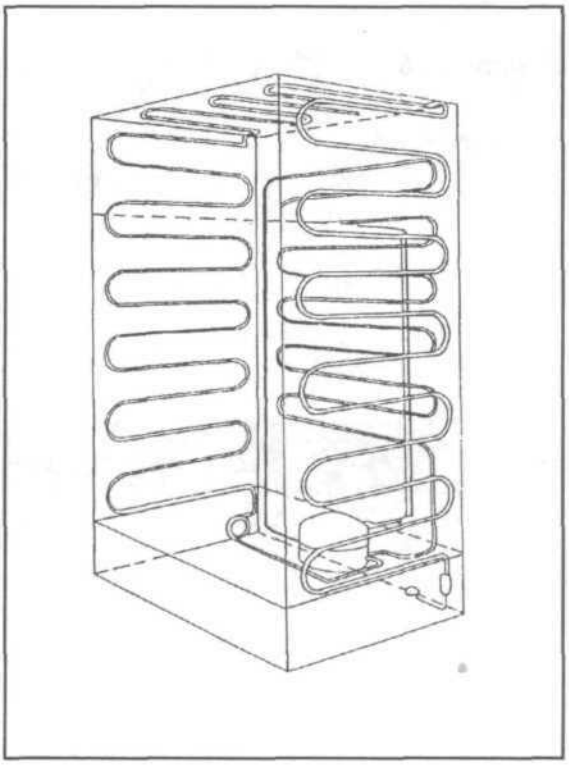


Fig. 42-1. En un condensador del tipo que se monta dentro de la pared, los tubos se encuentran en las paredes del gabinete.

CONDENSADOR DE PLACA *(píate condenser).* Este es otro tipo de condensador que se usa en refrigeradores. La tubería está unida a una placa de metal laminado. Este condensador puede enfriarse con aire estático. En ese caso, la placa se sujeta a la parte posterior del gabinete. También puede ser enfriada con aire a presión. Entonces la placa se localiza en el fondo del gabinete.

EVAPORADOR EN LA PARED *(in wall evaporator).* Este tipo de evaporador se usa principalmente en congeladores. En este caso, la tubería está unida a las paredes exteriores de la cubierta interna. Su aspecto es similar al del condensador instalado en la pared. Se le conoce también como evaporador acorazado.

EVAPORADOR DE PLACA FRIA *(cold píate evaporator).* En este caso, la tubería va unida a una placa de metal. A su vez, la placa de metal se instala como una envoltura alrededor del compartimento congelador. Este tipo de evaporador se usa con frecuencia en los sistemas que no cuentan con evaporadores a base de aire a presión.

Por supuesto que no todas las partes de un refrigerador están selladas. Por ejemplo, la puerta puede abrirse. Hay ornamentos de plástico en el refrigerador. Tampoco la manija de la puerta está sellada. Por lo tanto, en esta sección vamos a hablar de algunas partes, no de todas ellas. Nos referimos a las partes que no están selladas.

Partes no selladas

REFRIGERACIÓN DOMESTICA *(domestic refrigeratiori).* Esto se aplica a cualquier unidad de enfriamiento que se use dentro de la casa. Aquí se incluyen las unidades de aire acondicionado. Figuran también los refrigeradores y asimismo los congeladores. Aprenderá usted más acerca de las unidades para acondicionamiento de aire en próximas lecciones.

LARGUERO DIVISORIO *(millíon).* Es una pared que divide dos unidades refrigeradas. Es el elemento del armazón que se encuentra entre dos puertas. Encontrará usted un larguero divisorio entre el refrigerador y el congelador en las unidades domésticas. A veces el congelador está arriba. En otras ocasiones está abajo. Encontrará también un larguero divisorio en medio de las puertas de las unidades que están divididas verticalmente.

DEFLECTOR *(baffle).* Se trata de una placa o aleta que controla o dirige el aire dentro de un espacio cerrado. Los deflectores intensifican el flujo del aire a través del evaporador. Aumentan también el flujo de aire a través del gabinete. Los deflectores evitan que haya puntos sin ventilación o con aire caliente.

AMORTIGUADOR *(damper).* Es una válvula que controla el flujo del aire. Se usa en los modelos que están divididos verticalmente. Controla la cantidad de aire frío que entra en el compartimento para alimentos frescos. Lo más frecuente es que su palanca de control se coloque en un punto intermedio. Comúnmente, con eso se consigue que circule suficiente aire frío para los alimentos frescos, pero sin quitarle demasiado de ese aire frío a los alimentos congelados.

EMPAQUE *(gasket).* Esta junta es un sello a prueba de fuga. Se instala alrededor de las puertas del congelador y el compartimiento para alimentos frescos. Lo más frecuente es que sea de plástico blando. Los

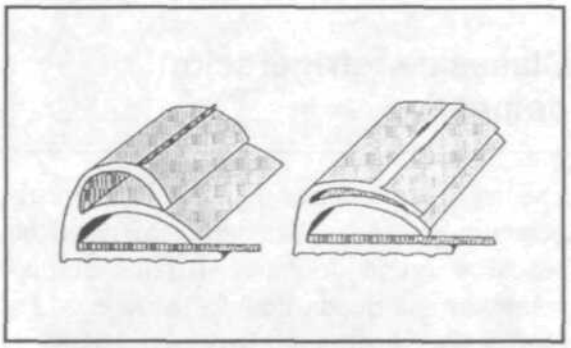


Fig. 42-2. Los empaques proporcionan un sello a prueba de fugas para las puertas del refrigerador y el congelador.

empaques se diseñan como un cojín de aire. Eso significa que el aire queda atrapado entre dos capas de la junta. El aire proporciona un cojín amortiguador entre la puerta y el marco. La Figura 42-2 muestra una de esas juntas.

Muchos empaques llevan incorporados imanes. Estos imanes mantienen cerrada la puerta. Las juntas se desgastan con el tiempo. Si una junta está endurecida, agrietada o rota, debe usted sustituirla. En semejantes condiciones de desgaste, el empaque no puede proporcionar un buen sello a prueba de fugas.

ESPUMA DE URETANO (urethane foam). Es un material aislante que se coloca entre la pared interna y la pared externa del refrigerador. Junto con la banda de asiento, ayuda a impedir que el aire caliente entre al gabinete. A veces se sustituye con fibra de vidrio.

PLACA DE DATOS *(data píate).* Es una placa de metal que se encuentra en algún lugar del refrigerador. Contiene información vital acerca de la unidad. Entre esa información figuran los siguientes datos:

quién fabricó la unidad
el número de modelo
el tipo de refrigerante utilizado en la unidad
información eléctrica

GAVETA PARA HORTALIZAS *(crisper).* Es un compartimento del refrigerador que proporciona un alto grado de humedad. Se usa para conservar verduras, pues las mantiene frescas y lozanas.

Clases de refrigeración doméstica

Existen muchas clases de unidades de refrigeración para uso doméstico. Si usted ha buscado alguno de estos aparatos últimamente en una tienda grande, sabrá esto. La Figura 42-3 ilustra un refrigerador básico.

Solamente hay cuatro tipos básicos de refrigeración doméstica. Estos se enumeran a continuación.

- refrigeradores
- unidades de refrigerador y congelador lado a lado
- congeladores horizontales
- congeladores verticales

Refrigeradores

En un refrigerador, el evaporador toma el lugar que antes ocupaba el hielo en la antigua hielera. El evaporador es una parte del congelador. Es un serpentín de tubería. La tubería se encontrará en cualquiera de tres lugares. Puede estar en los anaqueles del congelador. También se puede hallar en sus paredes. O puede estar en el respaldo del mismo. El refrigerante líquido se transforma en gas dentro del evaporador. Como usted conoce, allí es donde se presenta el proceso de enfriamiento. Cuando hierve el refrigerante en estado líquido, este absorbe calor. Cuando se transforma en un gas, absorbe más calor.

Después, el refrigerante en estado gaseoso se impulsa a través de la línea de succión mediante la acción de bombeo del compresor. Se impulsa hacia el compresor, en donde se comprime. El proceso de compresión eleva la temperatura del gas.

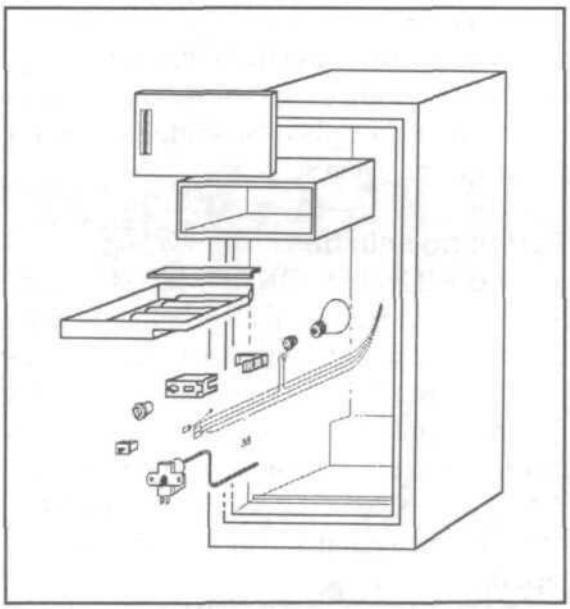


Fig. 42-3. Partes de un refrigerador de una sola puerta.

Enseguida, el gas refrigerante se envía hacia el condensador. Como el aire de una habitación está más frío que el gas que se encuentra dentro del condensador, sucede que el gas se condensa y regresa al estado líquido.

Del condensador, el refrigerante líquido entra en la línea de líquido. Pasa a través del tubo capilar. Usted ya conoce que éste es una clase de dispositivo de control de flujo. Controla el flujo del refrigerante que va hacia el evaporador. Allí se evapora una vez más. Nuevamente absorbe calor. De nuevo produce un efecto de enfriamiento. Este es el ciclo de refrigeración. Estamos seguros de que usted ya tiene captado este procedimiento en su memoria.

Se conocen tres tipos de refrigeradores. Uno de ellos es del tipo de descongelación manual con una sola puerta. Rara vez verá este tipo. El segundo, es del tipo de descongelación por ciclos. El tercero es el tipo sin congelación.

Refrigerador con descongelación **manual de una sola puerta.** Este es un refrigerador de tipo antiguo. Sin embargo, algunas veces todavía encontrará alguno de ellos. Por lo tanto, no necesita conocer mucho acerca de este sistema. La Figura 42-4 ilustra el esquema de un refrigerador de una sola puerta.

Los tipos modernos se construyen de manera muy parecida. Con el tipo de una puerta, la diferencia está en la puerta y en algunas de las partes selladas. Una puerta cubre toda la unidad. Hay una puerta para el congelador, pero está dentro de la puerta principal.

Un refrigerador es una envoltura de acero de una sola pieza. La única pieza forma la parte superior, la inferior y los lados de la unidad. El tablero trasero también es de acero. Se inserta en la envoltura de una pieza. Después se remacha el gabinete a la base. Se sellan las uniones del gabinete. La unidad se aisla con espuma de poliuretano.

La puerta del congelador está construida de manera que cierre automáticamente. Un resorte espiral está enrollado sobre el pasador de la bisagra inferior. Cuando se abre la puerta, se enrolla el resorte. A menos que se mantenga abierta la puerta, el resorte se desenrolla y cierra la puerta.

Entre los compartimentos de refrigeración y el congelador se encuentra una charola para recoger las gotas de agua que lleguen a escurrirse. La charola de escurrimiento recoge el agua de la descongelación del congelador. Esta se puede desmontar para vaciarla.

Detrás de la charola de escurrimiento se encuentra un control de temperatura. Es un deflector. Tiene dos posiciones. Si desea que el congelador esté más frío, cierre el deflector. Con esto se mantiene dentro del congelador mayor cantidad de aire del congelador. Si desea que el compartimento para los alimentos esté más frío, abra el deflector. Esto permite la entrada de más aire del congelador en el resto del gabinete. Cuando descongele esta clase de unidad, asegúrese de que el deflector esté cerrado. De este modo toda el agua irá a la charola de escurrimiento.

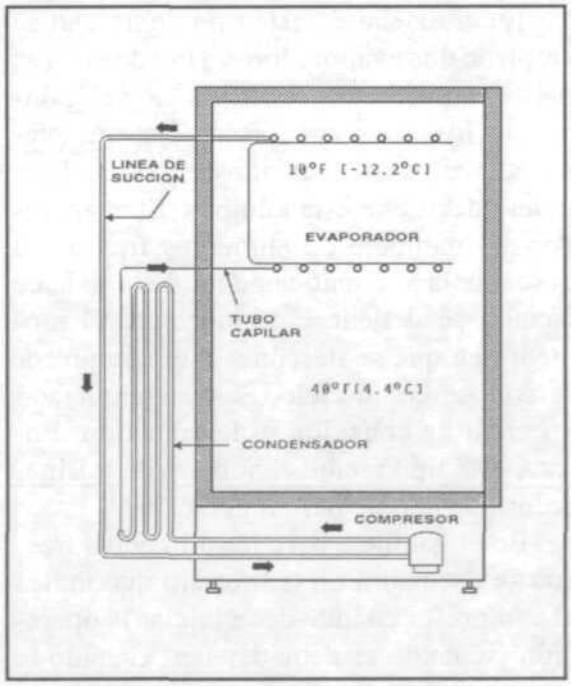


Fig. 42-4. Un refrigerador de una sola puerta tiene un diseño muy sencillo.

La puerta está construida de una pieza de lámina de acero de grueso calibre. El empaque de la puerta es del tipo de colchón de aire. Tiene un imán que conserva cerrada la puerta. Las manijas están atornilladas en la puerta. Se pueden cambiar sin desarmar la puerta.

Refrigerador con ciclo de descongelación. Este tampoco es un refrigerador de tipo moderno. Pero usted lo verá más frecuentemente que el tipo de una sola puerta. Este es mejor en muchos aspectos que la unidad de descongelación manual. Conserva mucho más fríos los alimentos congelados. Los mantiene a una temperatura de 18°C(0°F), o más baja, sin congelar el alimento fresco. Puede lograr esto porque las dos partes se mantienen separadas una de la otra. Entre las dos partes se instala un divisor aislado. Hay una puerta para el congelador. Tiene una puerta separada para el gabinete de los alimentos frescos. El congelador se debe descongelar a mano, pero sólo será necesario hacer esto cada tres o cuatro meses. ¿Por qué? Porque la puerta del congelador se abre con menor frecuencia que la del compartimento de alimentos frescos.

En el diseño de este tipo de unidad se emplean dos evaporadores. Uno de ellos es para el congelador, el otro es para el gabinete de los alimentos frescos. Los dos evaporadores están instalados en serie. Esto quiere decir que están unidos. El evaporador del gabinete de alimentos frescos se descongela automáticamente. Esto lo hace cuando se detiene el compresor. El momento en que se desconecta el compresor se conoce como ciclo. Se ha completado un ciclo de conexión y desconexión. Por esto, este tipo recibe el nombre de refrigerador de ciclo de descongelación.

En el gabinete para los alimentos frescos se encuentra un termostato que indica al compresor cuándo debe iniciar la operación y cuándo se debe detener. Cuando la temperatura es suficientemente baja, detiene el compresor. En cuanto comienza a calentarse demasiado, lo conecta.

Refrigerador sin congelación. Este tipo también tiene dos puertas. Igualmente mantiene los alimentos congelados a una temperatura de 18 grados Celsius (0° F), o más baja. Pero nunca es necesario descongelar el congelador. Este es un refrigerador moderno. Es el tipo más popular. Usted se puede imaginar por qué. A nadie le gusta descongelar un congelador, aunque sólo deba hacerse alrededor de tres veces al año.

Este refrigerador tiene un evaporador. Se encuentra colocado en la división que existe entre los compartimentos para alimentos congelados y frescos. Los ventiladores envían aire frío a los dos compartimentos. En la parte media del evaporador está montado un calefactor para descongelación. Un control de tiempo conecta el calefactor que descongela el evaporador. Un termostato envía la señal de cuándo se debe desconectar el calefactor. Esto sucede cuando el evaporador está suficientemente caliente para derretir toda la congelación. Entonces, se apaga el calefactor. El compresor se pone en marcha.

Unidades de refrigerador y congelador lado a lado. El tipo de unidades lado a lado o colaterales también posee dos puertas. Pero éstas no están una en la parte superior y la otra en la inferior. La unidad está dividida mediante un larguero central. Las puertas se encuentran una al lado de la otra. Tampoco es necesario descongelar este tipo. Difiere del tipo sin congelación en un aspecto principal. El evaporador está montado en la pared trasera del congelador. Se instala en sentido vertical. Esto quiere decir, de arriba hacia abajo en lugar de lado a lado. La Figura 42-5 ilustra ambos tipos, sin congelación y de lado a lado.

El aire frío fluye en el congelador de arriba hacia abajo. El aire frío es pesado. El aire caliente es más ligero y se eleva. Un ventilador envía el aire frío hacia el gabinete de alimentos frescos. Se impulsa a través de una abertura en la parte superior del larguero. Regresa a través de un orificio de la parte

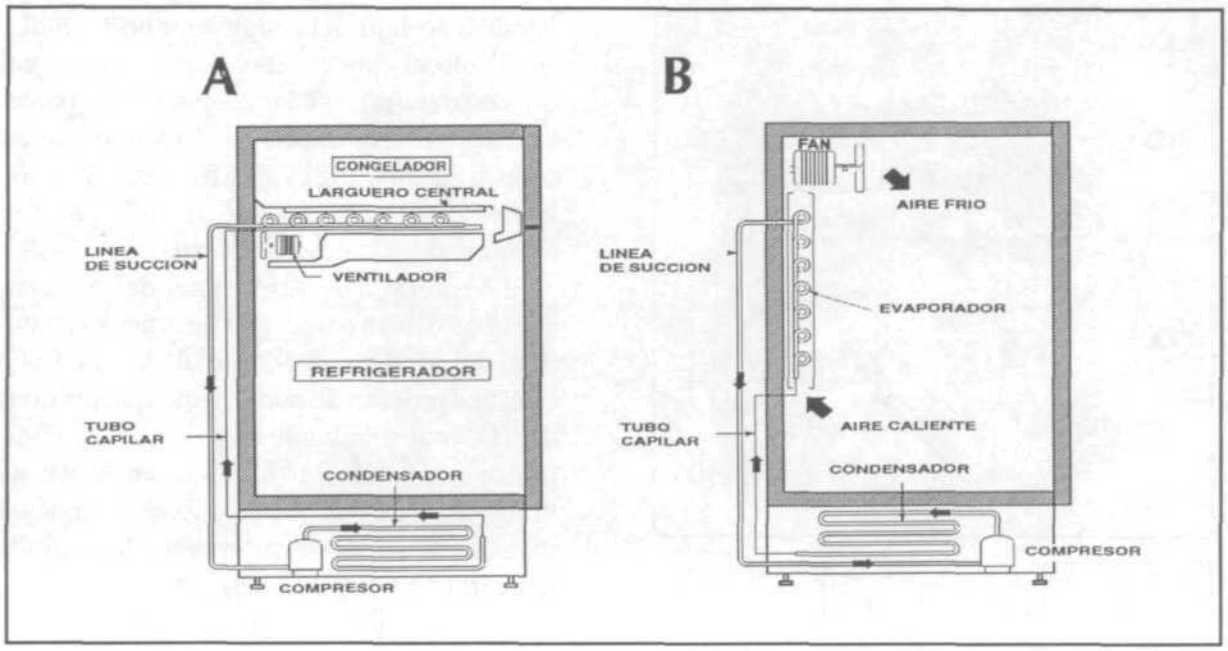


Fig. 42-5. Refrigerador sin congelación (A). Refrigerador del tipo lado a lado *(B).*

inferior de dicho larguero. La cantidad de aire frío que entra se controla mediante una compuerta. Esta es de tipo manual. El grado de ajuste de esta compuerta determina la temperatura que se obtiene en el compartimento de alimentos frescos. Si se ajusta en el punto medio, la mayor parte del tiempo habrá suficiente aire frío para los alimentos frescos sin tener que tomar demasiado del que se destina a los alimentos congelados.

Congeladores

Existen dos tipos de congeladores. Estos son los congeladores horizontales y los congeladores verticales. Cada uno tiene sus propias ventajas. El horizontal retiene mejor el aire frío. Es más fácil usar el de tipo vertical. Ambos modelos se pueden obtener en muchos tamaños.

Congeladores verticales. El evaporador de un congelador vertical puede ser del tipo de anaqueles. Esto significa que los serpentines estarán construidos dentro de los anaqueles. Por lo tanto, los anaqueles no se pueden ajustar. O el evaporador se puede encontrar en el fondo del gabinete. Los serpentines del condensador son del tipo instalado dentro de la pared. Se encuentran entre el aislamiento y el gabinete envolvente. Esto impide la transpiración del gabinete. También proporciona una superficie grande para que el calor del condensador se mueva hacia el aire exterior. Es más fácil ver, acomodar y sacar los alimentos de este tipo de congelador. La Figura 42-6 ilustra un congelador vertical.

En la Figura 42-6 (A) representa un evaporador del tipo de anaquel, (B) muestra los serpentines condensadores dentro de la pared, (C) es el compresor hermético, (D) ilustra el aislamiento de poliuretano, (E) es el empaque magnético de la puerta.

Estos congeladores están construidos con una envoltura interior y otra exterior de acero esmaltado. El gabinete es del tipo envolvente. Estos congeladores se descongelan automáticamente. Cada 12 horas se inicia un ciclo de descongelación. Continúa hasta que se descongela la unidad. La frecuencia con que se abre la puerta del aparato afecta al ciclo de descongelación.

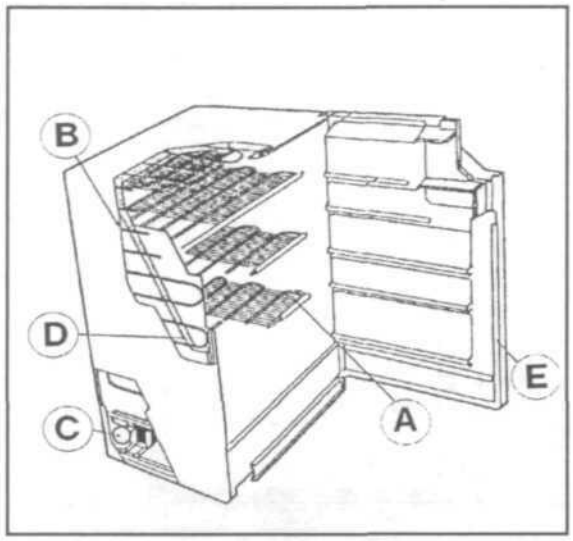


Fig. 42-6. Congelador vertical que usa un evaporador del tipo de anaqueles.

Congeladores horizontales. Los congeladores horizontales son más difíciles de utilizar que los verticales. A menudo poseen canastas que ayudan a manejar los alimentos. El uso del congelador horizontal es menos costoso que el de tipo vertical. Cuando se abre la puerta, escapa menos aire del congelador de tipo horizontal. Como el aire frío es más pesado que el aire caliente, el aire frío tiende a no salir del congelador horizontal.

Fig. 42-7. Un congelador de tipo horizontal contiene tanto el evaporador como el condensador en sus paredes.

Tanto el condensador como el evaporador son del tipo instalado dentro de la pared. Consulte la Figura 42-7. El evaporador se encuentra entre la envoltura interior y el aislamiento. El condensador se halla entre el aislamiento y la envoltura exterior.

(A) muestra los serpentines del evaporador dentro de la pared, (B) ilustra los serpentines del condensador dentro de la pared, (C) es el aislamiento de poliuretano que los divide, (D) muestra dónde se encuentra el compresor hermético, y *(E)* es el empaque de vinilo de la puerta. No se necesita empaque magnético. La gravedad mantendrá cerrada la puerta.

Los congeladores de tipo horizontal también se construyen con un gabinete envolvente de acero. La mayoría de ellos se debe descongelar a mano, pero no es necesario hacerlo más de una o dos veces al año. Se forma muy poca escarcha porque penetra muy poca humedad en el gabinete.

Las partes selladas y sus funciones

Repasemos lo que hemos visto hasta aquí y entremos un poco más en detalle. Enumeraremos las partes selladas y le indicaremos cómo funcionan en el sistema.

Las partes selladas son:

- el compresor
- la línea de descarga
- el condensador
- la línea de líquido
- el filtro deshidratador de la línea de líquido
- el tubo capilar
- el evaporador
- la línea de succión
- el acumulador
- el enfriador de aceite
- el preenfriador

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. El evaporador es una parte del_____.
2. Un_____es una envoltura de acero de una sola pieza.
3. El refrigerador sin_____tiene dos puertas y un solo evaporador.
4. Existen dos tipos de_____. Estos son horizontales y verticales.
5. El uso del congelador_____es menos costoso que el de tipo vertical.

Respuestas

1. congelador 2. refrigerador 3. congelación 4. congeladores 5. horizontal

Funcionamiento de las partes selladas

Compresor. Un compresor es una especie de bomba. Es el corazón de un sistema de refrigeración. Eleva la presión del vapor refrigerante. Recibe el gas refrigerante a baja presión del evaporador. Después comprime el gas haciéndolo que ocupe un volumen más pequeño a una presión más alta. Esto quiere decir que aplica presión al gas y lo hace ocupar menos espacio. La presión fuerza al refrigerante hacia el condensador.

La finalidad de cualquier compresor en un sistema de refrigeración es originar una diferencia de presión entre el evaporador y el condensador. Esta diferencia de presión obliga al refrigerante a fluir a través del sistema. El lado de alta presión está formado por el compresor, la línea de descarga, el condensador y la línea de líquido. El lado de baja presión esta formado por el evaporador y la línea de succión. Esta diferencia de presión es lo que hace fluir el refrigerante.

En pocas palabras, el compresor tiene dos propósitos. Uno, bajar la presión en el evaporador. Dos, comprimir el gas refrigerante caliente.

Línea de descarga. La línea de descarga también se conoce como línea de gas caliente. Conduce el gas caliente comprimido del compresor al condensador. Esta línea debe evitar que se condense el refrigerante y regrese al compresor.

Condensador. El condensador extrae calor del refrigerante comprimido. Está construido con tubería. El condensador recibe el gas refrigerante que procede del compresor. Está caliente. Se ha comprimido. El condensador extrae calor del gas hasta devolverlo al estado líquido. Esto lo hace removiendo el calor interior hacia el aire exterior. Cuando el gas caliente atraviesa la tubería, entrega su calor al aire más frío del exterior. Cuando cede su calor, se condensa y regresa al estado líquido. Entonces se puede devolver el líquido al evaporador. Allí comienza nuevamente el proceso de refrigeración.

Por lo tanto, el propósito del condensador es extraer calor del gas refrigerante.

Línea de líquido. La línea de líquido conduce el refrigerante líquido del condensador al tubo capilar. El filtro deshidratador de la línea del líquido también está en esta línea. Está colocado exactamente antes del tubo capilar. Debe haber suficiente presión en esta línea como para estar seguros de que el dispositivo de control de flujo va a trabajar correctamente. Es una buena idea subenfriar el líquido refrigerante para garantizar que exista suficiente presión.

Filtro deshidratador de la línea de líquido. En la línea de líquido se mezcla el refrigerante líquido con aceite. Por esta línea sólo debe fluir refrigerante limpio y seco, y aceite limpio y seco. El propósito principal del filtro deshidratador es eliminar el agua de esta línea. También elimina partículas pequeñas de materiales extraños. El filtro deshidratador extrae cualquier sustancia que no sea refrigerante o aceite.

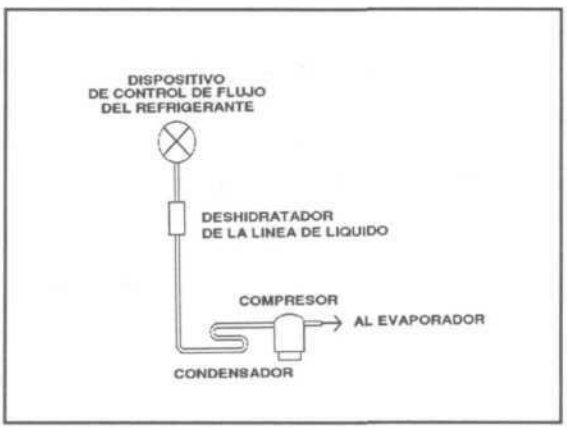


Fig. 42-8. Este tipo de filtro se construye para usarse en una línea de líquido.

La Figura 42-8. muestra un filtro deshidratador o desecador recto de tipo ordinario.

Este filtro deshidratador es un cilindro. Puede estar fabricado de latón, cobre o acero. Algunos filtros para la línea de líquido usan núcleos intercambiables. Otras líneas emplean más de un filtro. El núcleo del filtro se llena con un material desecante. Este es una sustancia que absorbe la humedad de la mezcla de refrigerante y aceite. El cilindro está construido con rejillas de malla fina en ambos extremos. El refrigerante fluye hacia el extremo de entrada del filtro deshidratador. Se filtra y se seca. Después se filtra nuevamente antes de fluir hacia la salida.

De allí, el líquido refrigerante pasa al tubo capilar. Usted ya conoce lo delgado que es este tubo. Una partícula muy pequeña de metal o de basura lo puede obstruir. Se necesitaría una cantidad muy pequeña de agua para que se tapara al congelarse esta agua. Usted puede ver qué tan importante es contar con un filtro deshidratador en la línea de líquido. También puede ver lo importante que es mantener trabajando el filtro deshidratador.

En pocas palabras, el filtro deshidratador tiene dos propósitos. Uno, absorber la humedad de la mezcla de refrigerante y aceite. El segundo, atrapar los materiales extraños de dicha mezcla.

Tubo capilar. Es una clase de dispositivo de control de flujo. Controla el flujo del refrigerante líquido que entra al evaporador. Divide el lado de alta presión de un sistema del lado de baja presión del mismo. ¿Dónde se encuentra? Bueno, el refrigerante regresa a la forma líquida en el condensador. En el compresor se le añade presión y calor. Por lo tanto, el compresor y el condensador constituyen el lado de alta presión del sistema. En el evaporador, el refrigerante absorbe calor y se transforma en vapor. Este es el lado de baja presión. El tubo capilar se encuentra ubicado entre los lados de baja presión y presión alta. Está en la línea de líquido exactamente antes del evaporador. Reduce la velocidad del flujo de refrigerante. Baja la presión del evaporador a un valor menor que la presión del condensador.

Este dispositivo de control de flujo es un tubo con un diámetro interior muy pequeño. Aunque el tubo pueda parecer grueso por fuera, la abertura interior es muy pequeña. La Figura 42-9 ilustra un tubo capilar.

Este dispositivo controla el refrigerante líquido que entra al evaporador. Si entra

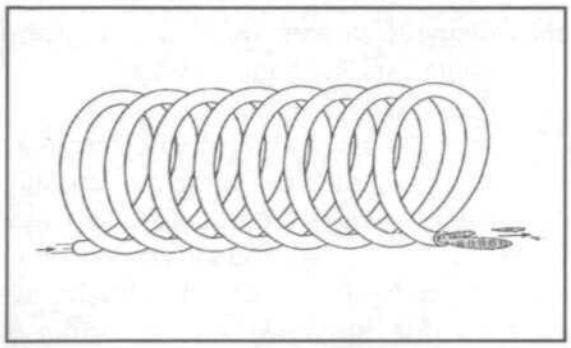


Fig. 42-9. Un tubo capilar controla el flujo de refrigerante líquido del condensador al evaporador.

demasiado líquido refrigerante al evaporador, no se transformará todo en gas. Si esto sucede, parte del refrigerante líquido puede entrar al compresor y dañarlo seriamente.

Como resultado de lo anterior, se puede quemar el motor del compresor. Se pueden dañar las válvulas del compresor y se puede expulsar el aceite del cárter. Esto dañaría el cilindro y el pistón. Por eso es vital que entre la cantidad exacta de refrigerante líquido al evaporador.

Entonces, el tubo capilar desempeña dos funciones. Una consiste en controlar el refrigerante que entra al evaporador; la otra, es dividir el lado de alta presión del lado de baja presión.

Evaporador. El evaporador también está construido a base de tubería. Estos componentes también reciben el nombre de serpentines de enfriamiento. La tubería se conecta a la unidad. Ya conoce dos formas de montarla. Una de ellas es en la pared. La otra es mediante una placa metálica. Existen otros métodos. Más adelante hablaremos sobre ellos.

Esta es la parte del sistema de refrigeración donde el refrigerante líquido se transforma en gas. En el evaporador, el refrigerante líquido absorbe calor hasta que hierve. Entonces, cuando se transforma en gas todavía absorbe más calor. Este es el calor latente de vaporización. El calor que absorbe procede del contenido del gabinete de enfriamiento. Por lo tanto, el propósito del evaporador es enfriar el aire que se encuentra a su alrededor. Otra forma de decir esto es que la finalidad del evaporador es absorber calor del interior del gabinete.

Línea de succión. La línea de succión conduce el gas refrigerante del evaporador al compresor. Existen muchos problemas especiales de diseño relacionados con estas líneas. Esto se aplica principalmente a los sistemas que emplean compresores alternativos. La línea de succión debe ser del tamaño correcto para compensar la pérdida de presión cuando el sistema está funcionando a toda su capacidad. Igualmente, debe ser capaz de regresar el aceite del evaporador al compresor cuando el sistema está trabajando a la velocidad mínima. La línea de succión debe evitar que el refrigerante líquido entre al compresor cuando éste se encuentra fuera de operación.

Acumulador. El refrigerante líquido no debe entrar al compresor. En algunos sistemas es más probable que regrese el refrigerante líquido al compresor que en otros. En esos sistemas se instala un acumulador. Este es un dispositivo de mantenimiento preventivo. Retiene el exceso de refrigerante líquido. Mantiene este refrigerante fuera de la línea de succión y, por ello, del compresor. El acumulador deberá evaporar el exceso de refrigerante líquido. Sólo permite la entrada de gas refrigerante a la línea de succión. De este modo evita daños al compresor.

En pocas palabras, el acumulador mantiene el refrigerante líquido fuera del compresor.

Enfriador de aceite. Los enfriadores de aceite se usan en los sistemas de refrigeración de baja temperatura. Al decir esto nos referimos a los refrigeradores y los congeladores. Es necesario mantener frío el aceite por dos razones. Una, ayuda a enfriar el compresor. Con esto el compresor trabaja mejor. La segunda razón es que el aceite lubrica mejor si no está demasiado caliente. Así se protegen las partes del compresor. El

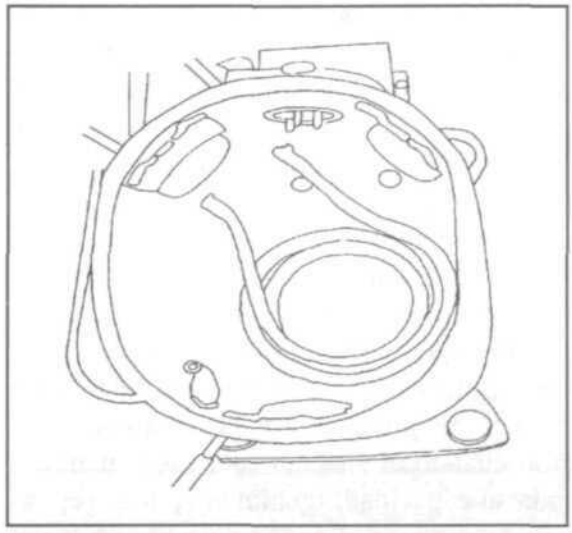


Fig. 42-10. El enfriador de aceite se encuentra en el depósito de este lubricante.

enfriador de aceite enfría el depósito de aceite del compresor. La Figura 42-10 ilustra un enfriador de aceite.

El enfriador de aceite es, simplemente, un serpentín de tubería dentro del depósito de aceite. Los tubos se conectan a un circuito de tubería en el condensador enfriado por aire. El aire pasa a través del enfriador de aceite y enfría este fluido en el depósito.

En resumen, el enfriador de aceite absorbe calor del compresor.

Preenfriador. Se usa un preenfriador para extraer el calor sensible antes de almacenar los productos, transportarlos o procesarlos.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponde a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Dispositivo considerado el corazón de un sistema de refrigeración. _____
2. Dispositivo cuyo propósito principal es eliminar el agua de la línea de líquido. _____
3. Dispositivo de control de flujo refrigerante que divide el lado de alta presión del lado de baja presión. _____
4. Parte del sistema de refrigeración donde el refrigerante líquido se transforma en gas. _____
5. Dispositivo que se usa para extraer el calor sensible antes de almacenar los productos, transportarlos o procesarlos. _____

a. filtro deshidratador
b- preenfriador
c- **evaporador**
d. compresor
e- tubo capilar

Respuestas

1. d 2. a 3. e 4. c 5. b

Herrajes y revestimientos del gabinete

El refrigerador doméstico moderno es una caja construida de lámina de acero. La caja está aislada. Entre los recubrimientos interior y exterior se encuentra un material aislante. En el compartimento para los alimentos frescos hay varios anaqueles de alambre. La caja cuenta con herrajes. Alguna de estas piezas metálicas cierra apretadamente la puerta. Impide en todo lo posible la entrada de calor del espacio exterior. Algunos de los herrajes y revestimientos más importantes se enumeran y describen a continuación.

Herrajes y revestimientos más importantes

Manija de la puerta. Las manijas para las puertas se montan en el tablero exterior de la puerta. Se instalan con dos tornillos que se enroscan en el tablero de la puerta. Se pueden cambiar las manijas de las puertas sin desmontar estas últimas.

Empaque de la puerta. El empaque de la puerta es un sello a prueba de fugas. Se instala alrededor de las puertas de refrigeradores y congeladores. En la mayoría de los casos el empaque se fabrica con plástico blando. Los empaques modernos para puertas poseen imanes construidos dentro de ellos. Estos imanes permiten abrir la puerta desde el interior o el exterior. Esto protege a los niños que pudieran jugar alrededor de una unidad de almacenamiento. Si se cierra la puerta mientras se encuentra un niño en el interior, éste la puede abrir. Esta es una gran ventaja sobre las unidades que poseen manijas con cerrojo. Se han salvado muchas vidas por el uso de los empaques magnéticos para puertas.

Estos empaques mantienen cerrada la puerta. Sin embargo, se gastan con el tiempo. En este caso, el empaque no proporcionará un sello a prueba de fugas. Si un empaque se endurece, se agrieta o se rompe, se debe cambiar.

Recubrimiento de la puerta. El interior de la puerta constituye su recubrimiento. Está hecho de plástico de alto impacto. Esto quiere decir que se puede golpear con mucha fuerza sin que se rompa. También es resistente a la humedad. Esto significa que la humedad no puede dañarlo. El plástico se moldea para formar los anaqueles y los espacios para almacenamiento. Entre el recubrimiento de ia puerta y la envoltura exterior se encuentra el aislamiento.

Conservador para mantequilla. Este es un compartimento especial. Está localizado en la puerta. Una pequeña puerta lo cierra. Conserva la mantequilla a la temperatura adecuada. La puerta también protege la mantequilla, cuyo paquete se ha abierto, alejada de otros alimentos y otros olores que pueda haber dentro del refrigerador.

Tira desviadora. Esta tira de plástico reduce el flujo de calor que va hacia el gabinete. La envoltura exterior del gabinete se encuentra a la temperatura ambiente. Esta tira se instala entre las envolturas, interior y exterior del gabinete. En la mayoría de los casos es de plástico. Reduce el flujo de calor de la envoltura exterior hacia el gabinete. Para instalar las tiras desviadoras se usan tornillos y abrazaderas. O, simplemente se

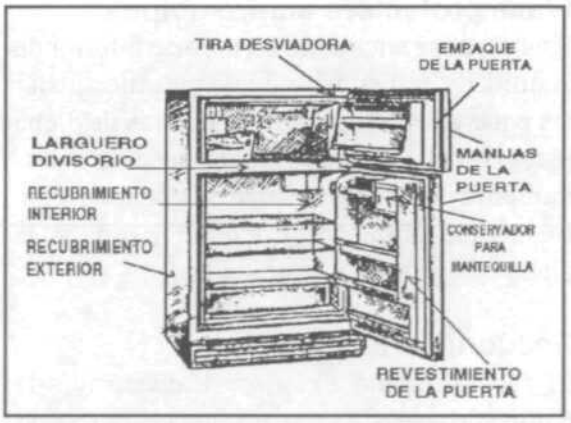


Fig. 42-11. Los herrajes y el revestimiento de un refrigerador moderno desempeñan funciones vitales.

introducen a presión. Es fácil romper estas tiras cuando están frías. Nunca separe una tira desviadora fría. Caliéntela primero. Para hacer esto, puede usar una toalla húmeda caliente. Cuando instale una tira desviadora, caliéntela primero. Puede sumergirla en agua caliente. Si hace esto, será menos probable que se rompa.

Recubrimiento interior.

El interior del gabinete está forrado con una sustancia a prueba de humedad. Esta puede ser porcelana, acero esmaltado o plástico de gran resistencia al impacto. Detrás de este recubrimiento interior se encuentra una barrera contra vapor. Impide la entrada de humedad a la instalación. Para el recubrimiento se pueden utilizar muchas sustancias. Con mayor frecuencia se usa una lámina delgada de plástico. En la mayoría de los casos se emplea espuma de poliuretano como aislamiento. La humedad no afecta gran cosa a este material.

Algunas veces se usa fibra de vidrio. La humedad tiene una gran afinidad con la fibra de vidrio. Por lo tanto, con este material se usa brea. La brea se rocía sobre las superficies metálicas y en las grietas entre la barrera contra vapor y el aislamiento. Esto impide la entrada de humedad a la fibra de vidrio.

Placa protectora contra golpes

Esta placa se encuentra en la parte inferior de la unidad. El dispositivo que permite ajustar las patas niveladoras se halla detrás de dicha placa. En algunos modelos es necesario desmontarla para ver la placa de datos. Con frecuencia se puede desmontar y montar la placa protectora de la unidad.

Recubrimiento exterior

El recubrimiento exterior se construye de lámina de acero. Esta se troquela para formar una caja. La superficie exterior se puede acabar con porcelana, acero inoxidable o algún otro acabado.

Los evaporadores y sus lugares de ubicación

El evaporador es la parte del refrigerador donde tiene lugar el efecto de enfriamiento. El calor siempre se mueve de una sustancia más caliente a otra más fría (Segunda ley de la termodinámica). Por lo tanto, la temperatura del refrigerante líquido que entra al evaporador debe ser más baja que la temperatura del aire circundante. El calor se mueve del aire al metal de la tubería. Después se mueve de la tubería al interior del refrigerante. Este absorbe el calor hasta que hierve. Enseguida se transforma en gas y absorbe más calor. Después, la misma acción del compresor extrae el gas.

Así es como trabaja el evaporador en un refrigerador doméstico. Un sistema de refrigeración baja la temperatura del interior de un refrigerador. El interior recibe el nombre de gabinete. El sistema de refrigeración baja la temperatura de su interior al extraer el calor del gabinete. Esta parte del proceso tiene lugar en el evaporador. Este tiene la forma de una tubería en espiral instalada en uno de cinco lugares. Más adelante en esta sección hablaremos de estos lugares. En el evaporador se encuentra refrigerante líquido a baja presión. El calor siempre se mueve de una sustancia más caliente a otra más fría. Por lo tanto, el calor del gabinete se mueve hacia la tubería. Después se dirige al refrigerante. Este se calienta hasta alcanzar su punto de ebullición. Después, admite más calor, se transforma en gas y absorbe todavía más calor. Este proceso de vaporización enfría el gabinete. Una vez que se evapora el refrigerante, el compresor extrae el vapor. Enseguida, el compresor comprime el vapor. Después lo envía al condensador. En este dispositivo el vapor regresa nuevamente a la forma líquida. De allí se mueve a través del tubo capilar. Posteriormente se dirige de nuevo al evaporador.

Tipos de evaporadores

Existen cuatro tipos de evaporador. Estos se enumeran a continuación.

- evaporadores del tipo de anaquel
- evaporadores del tipo de envoltura
- evaporadores del tipo de placa fría
- evaporadores del tipo de aletas

El tipo con aletas usa aire forzado para enfriar el gabinete. En este caso se emplea uno o más ventiladores. Estos envían el aire sobre el evaporador y a través del gabinete. Los tipos de anaquel, envoltura y placa fría emplean aire estático. El aire estático es, simplemente, el aire que se encuentra allí. La Figura 42-12 ilustra los cuatro tipos.

Tipo de anaquel. En un evaporador del tipo de anaquel, el refrigerante fluye a través de una serie de serpentines que se forman en los anaqueles. Los productos que se deben refrigerar se almacenan sobre los anaqueles. El refrigerante absorbe calor de estos productos. El refrigerante se transforma en un gas y mantiene fríos los productos. El gas se recolecta en el acumulador y se devuelve al compresor.

Tipo de envoltura. Este tipo de evaporador se usa principalmente en los congeladores. Aquí, la tubería se monta en las paredes exteriores del recubrimiento interior. Se parece al condensador que se instala en la pared.

En el evaporador del tipo de envoltura, los serpentines se montan en las paredes del compartimento del congelador. Esto proporciona una superficie de enfriamiento más grande. Un ejemplo de este tipo se encuentra en el congelador horizontal. El refrigerante fluye a través de los serpentines. Absorbe suficiente calor de los artículos contenidos en el compartimento para congelarlos y conservarlos a una temperatura muy baja. Al absorber el calor, el refrigerante se transforma en un gas. Los evaporadores de este tipo se usan en los refrigeradores y congeladores domésticos y en los congeladores comerciales.

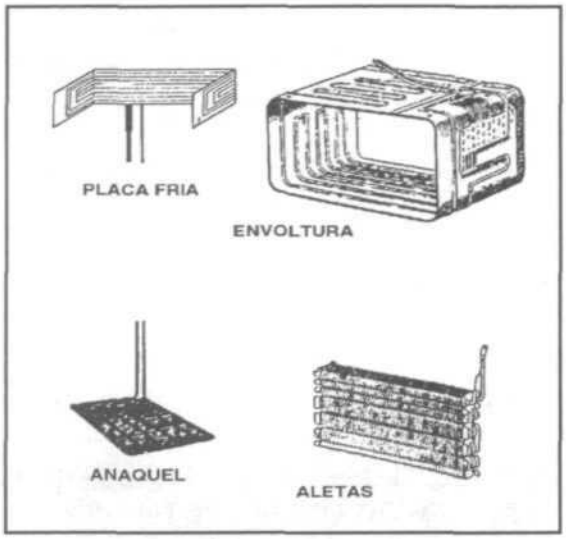


Fig. 42-12. Los evaporadores de los tipos de placa fría, de anaquel, de envoltura y de aletas se usan en las unidades de refrigeración doméstica.

Los evaporadores de los tipos de anaquel y de envoltura también se conocen como evaporadores de superficie primaria. Se utilizan para casi todas las temperaturas. Pero son muy buenos para temperaturas de 1 grado Celsius o más bajas (34°F ó 0.8°R). Algunas veces, la capa de escarcha se hace tan gruesa que se reduce la velocidad de transmisión de calor y/o del movimiento del aire. Cuando sucede esto, se deben descongelar estos tipos de evaporadores.

Tipo de placa fría. En este caso, la tubería está unida a una placa metálica. Después, la placa metálica se envuelve alrededor del compartimento del congelador.

Tipo de aletas. Con los evaporadores del tipo de aletas, éstas se unen a los serpentines. Como el tipo de envoltura, éste proporciona una superficie de enfriamiento grande. En la mayoría de los casos, los evaporadores del tipo de aletas poseen un ventilador para mover el aire sobre los serpentines. Estos absorben calor. Al ocurrir esto se enfría el aire que

circula alrededor de los serpentines y las aletas. Los evaporadores del tipo de aletas se emplean en los refrigeradores domésticos y comerciales, en los congeladores y en los acondicionadores de aire. Son muy buenos para temperaturas arriba de 1 grado Celsius (0.8° R).

Las unidades con aletas trabajan mejor cuando se descongelan como parte del ciclo de refrigeración. Esto lo harán durante la parte del ciclo en que no está funcionando la unidad de condensación. Las unidades con aletas muy separadas entre sise emplean para temperaturas menores que 1 grado Celsius.

Dónde se encuentran los evaporadores

Los evaporadores se pueden encontrar en cinco lugares de un refrigerador. Su ubicación depende principalmente del tipo de refrigerador. Las unidades sin congelación representan el tipo más moderno. Algunas veces, una unidad sin congelación posee los compartimentos de alimentos frescos y del congelador uno arriba del otro. En ese caso, el evaporador estará dentro de la unidad. Se puede encontrar entre los dos compartimentos. A menudo será del tipo de aletas. Algunas veces, una unidad sin congelación es del tipo de lado a lado. Entonces, el evaporador se halla fuera del gabinete. Estará en la pared posterior de la unidad congeladora. Frecuentemente será del tipo de aletas.

En el tipo con ciclo de descongelación, hay dos evaporadores. Uno de ellos se encontrará en el compartimento congelador. En la mayoría de los casos será del tipo de envoltura o instalado en la pared. El otro evaporador se halla en la pared trasera o lateral del compartimento para los alimentos frescos. Con frecuencia es del tipo de placa fría. Los congeladores horizontales también emplean un evaporador del tipo instalado en la pared.

Algunos congeladores son del tipo vertical. En este caso, el evaporador es del tipo de envoltura. Los serpentines constituyen una parte de los anaqueles del congelador.

La Figura 42-13 muestra las ubicaciones de los evaporadores en las unidades refrigeradoras modernas.

Como resumen, mencionemos los lugares donde se pueden encontrar los evaporadores. Es conveniente conocer esto. Pero también debe estar enterado del hecho de que su ubicación depende del tipo de refrigerador. También depende del tipo de evaporador. Los lugares son:

- en las paredes del compartimento del congelador
- en las paredes del compartimento para los alimentos frescos
- entre el congelador y el compartimento de los alimentos frescos
- una parte de los anaqueles del congelador
- en el exterior, detrás del compartimento del congelador

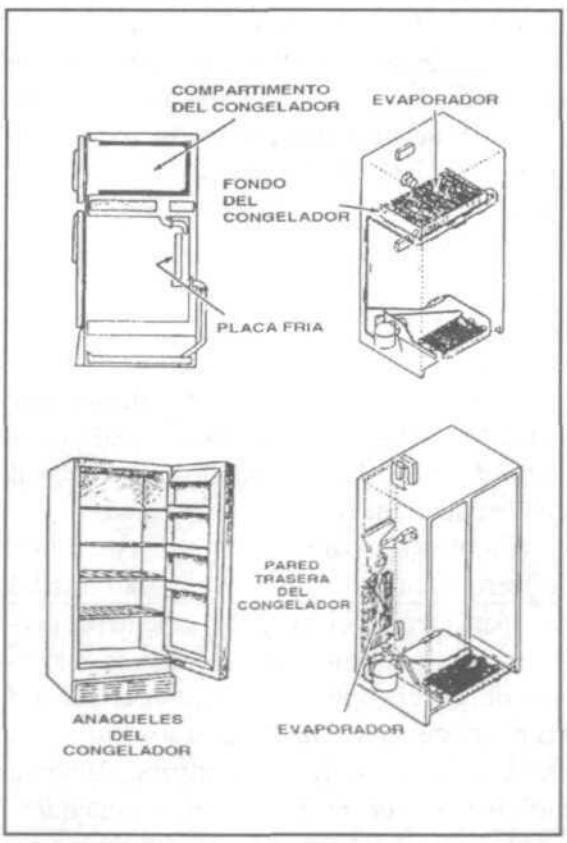


Fig. 42-13. La ubicación del evaporador depende del tipo de unidad refrigeradora.

Si el evaporador se encuentra en las paredes del congelador, ¿de qué clase es? Sí, es del tipo instalado en la pared. También se conoce como evaporador envolvente. Se usa en los refrigeradores con ciclo de descongelación. Igualmente se emplea en los congeladores horizontales. ¿Qué clase de refrigeradores usa estos tipos de evaporadores? Sí, los tipos con ciclo de descongelación lo emplean.

Si el evaporador se encuentra en las paredes del compartimento de los alimentos frescos, es del tipo de placa fría. Se usa en los refrigeradores con ciclo de descongelación. Los tipos de placa fría también se encuentran en los compartimentos de congelación.

En una unidad sin congelación, ¿dónde se encontrará el evaporador? Estará entre los compartimentos. O, se hallará en la parte trasera del compartimento del congelador. Si la unidad es del tipo lado a lado, se hallará en el respaldo del congelador. ¿Qué tipo de evaporadores son estos? Correcto, son del tipo de aletas.

Si el evaporador forma parte de los anaqueles, usted se encuentra ante un congelador vertical. El evaporador es del tipo de anaqueles.

Tipos de compresores

El propósito de todo compresor en un sistema de refrigeración es generar una diferencia de presión entre el evaporador y el condensador. Esta diferencia de presión hace fluir el refrigerante a través del dispositivo de control de flujo y hacia el evaporador. El compresor siempre se encuentra en la parte interior de la unidad.

Los compresores se dividen en grupos de acuerdo con la forma como comprimen el refrigerante. En la refrigeración doméstica se usan dos tipos de compresores. Uno de estos es el compresor alternativo. El otro es el compresor rotatorio.

Compresores alternativos

Los compresores alternativos se pueden obtener en una diversidad de tamaños. En su diseño se parecen mucho a los motores de los automóviles. Los compresores alternativos están constituidos por muchas piezas. En la mayoría de los casos se impulsan por medio de motores eléctricos. Si usan un compresor alternativo será del tipo hermético. Esto quiere decir que el motor está sellado dentro del mismo alojamiento que el compresor. No es fácil desarmar un compresor alternativo para repararlo. Sin embargo, este sistema no necesita un sello para la flecha. Por lo tanto, hay menos problemas de fugas.

El motor eléctrico es la fuente de energía para el compresor. Se debe transformar el movimiento rotatorio o de giro del motor. Se debe cambiar en movimiento alternativo del compresor, o de atrás hacia delante. Este cambio se obtiene mediante un cigüeñal y una biela.

Un compresor puede tener uno o más cilindros. El diseño del compresor varía, pero por cada cilindro hay un pistón y un pasador de articulación. El rendimiento del compresor depende del número de cilindros y del índice de compresión.

Un pistón es un cilindro largo que está cerrado en la parte superior y abierto en la inferior. En algún punto a lo largo del centro del cilindro se encuentra un pasador de articulación. Este pasador permite que la biela mueva el pistón hacia atrás y hacia delante. Otra palabra para designar este movimiento es "alternativo". Por esto recibe su nombre el compresor alternativo. El movimiento alternativo del pistón primero produce una baja presión. Esta presión abre la válvula de succión. Después, el movimiento alternativo desarrolla una alta presión. Esta comprime el refrigerante. También abre la válvula de descarga.

Las válvulas dirigen el flujo del refrigerante a través del compresor. Existen dos clases de válvulas para compresor. Una de

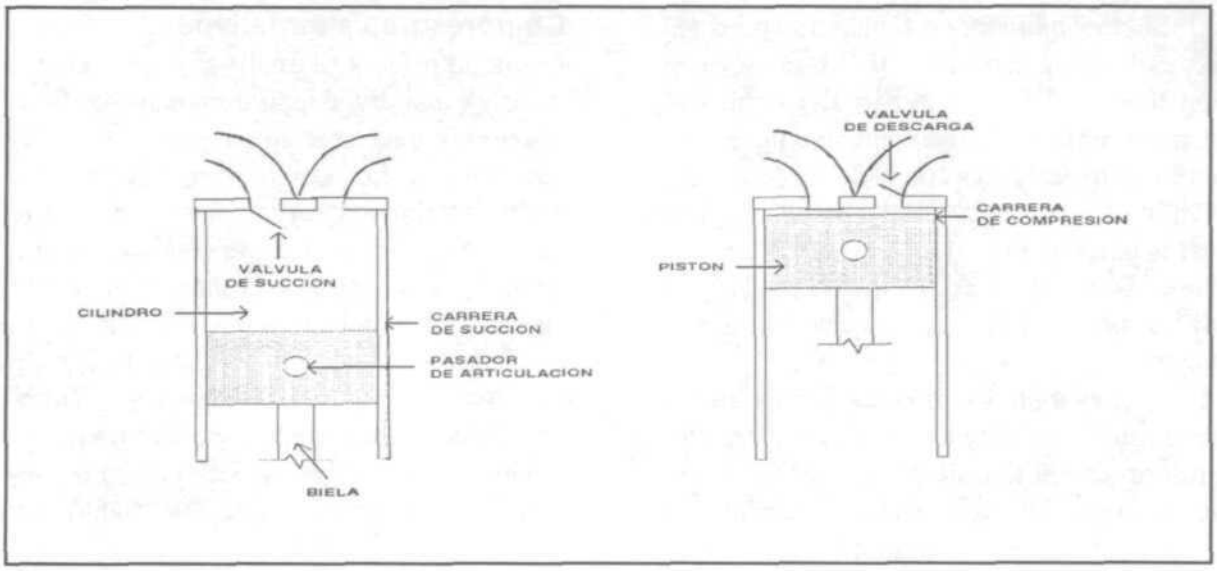


Fig. 42-14. Esta es la forma en que trabajan el cilindro, el pistón y las válvulas para comprimir el gas refrigerante y moverlo a través del sistema.

ellas es la válvula de succión (o admisión). La otra es la válvula de descarga (o escape). Reciben estos nombres por las funciones que desempeñan. Cuando se abre la válvula de succión, el refrigerante en forma de gas entra al compresor. La válvula de descarga permite al refrigerante salir del compresor. En la Figura 42-14 se puede ver cómo trabajan las piezas para mover el refrigerante a través del compresor.

Las bielas conectan los pistones al cigüeñal. Transportan el movimiento hacia atrás y hacia delante de las palancas del cigüeñal a los pistones. Esto hace que los pistones se muevan hacia atrás y hacia delante. Un extremo de la biela está conectado a un pasador de articulación. Este pasador se conecta a un pistón. El otro extremo de la biela se conecta con un cigüeñal.

La clase más simple de cigüeñal es el de una sola cigüeña. A ésta se une una palanca. El otro extremo de la palanca posee un pasador. Este pasador une la palanca con la biela. La palanca convierte el movimiento rotatorio en movimiento alternativo.

Compresores rotatorios

Los compresores rotatorios para su aplicación en la refrigeración doméstica son herméticos. Por lo tanto, se encuentran sellados dentro del mismo alojamiento que el motor que los impulsa. El compresor rotatorio realiza el mismo trabajo que el compresor alternativo. Comprime el refrigerante. Esto origina una diferencia de presión en el sistema de refrigeración. La diferencia de presión hace fluir el refrigerante de una parte del sistema a la otra. La diferencia es que el compresor rotatorio usa otra forma para comprimir el gas. Consulte la Figura 42-15.

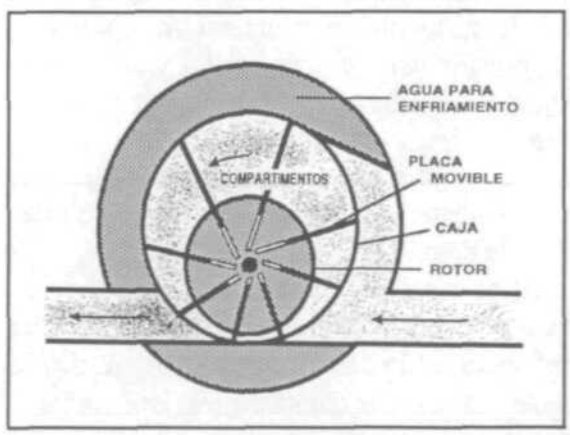


Fig. 42-15. Operación de un compresor rotatorio.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V *si considera verdadera la afirmación, o la letra* F *si la considera falsa.*

1. La tira desviadora reduce el flujo de calor que va hacia el gabinete.	F	V
2. El evaporador es la parte del refrigerador donde tiene lugar el efecto de condensación del fluido refrigerante.	F	V
3. En la mayoría de los casos, los evaporadores de tipo de aletas poseen un ventilador para mover el aire sobre los serpentines.	F	V
4. El evaporador que se encuentra en las paredes del congelador es del tipo instalado en la pared.	F	V
5. El compresor alternativo de tipo hermético es aquel que no permite entrada de agua al sistema.	F	V

Respuestas

1. V 2. F (Tiene lugar el efecto de enfriamiento) 3. V 4. V 5. F (Es aquel en el cual el motor está sellado dentro del mismo alojamiento del compresor).

La flecha del rotor es el punto negro del centro del rotor. Está desplazado del centro del alojamiento. El rotor gira a una velocidad muy alta. Los rotores poseen más de una placa. Al girar el rotor, las placas se deslizan hacia fuera. Se apoyan contra el interior de laca a. Los espacios entre las placas se hacen mas grandes, y después mas pequeños. El retngerante se introduce en los espacios entre las placas al penetrar por el tubo de entrada. El refrigerante pasa de espacios mas grandes a espacios cada vez mas pequeños. De este modo se comprime. Después se impulsa hacia la linea de descarga.

Los Condensadores y sus ubicaciones

El condensador en un sistema de refrigeracion transforma el gas refrigerante en un liquido. Para cambiar el estado del refrigerante en un liquido, el condensador extrae calor del gas comprimido. Igual que un evaporador, un condensador posee serpentines y aletas. Recibe el gas caliente del compresor, Después, el condensador extrae calor del retngerante. El refrigerante caliente pasa por el condensador. Allí pierde calor al cederlo al aire exterior, que esta mas frio. Esto hace regresar el gas al estado líquido.

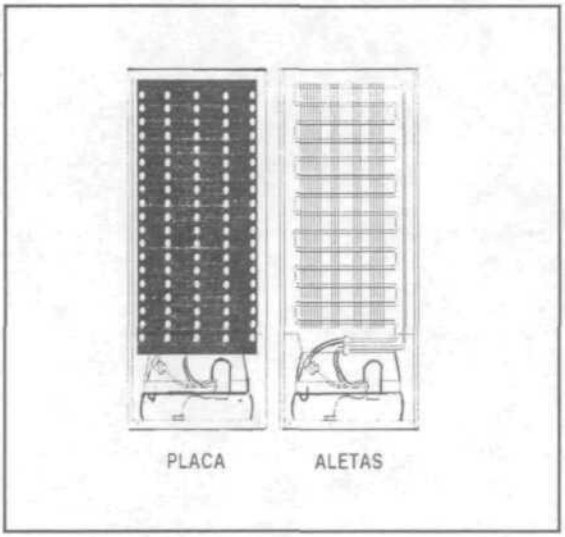


Fig. 42-16. Los condensadores de aire estático emplean el flujo natural del aire alrededor de la unidad para enfriar la tubería.

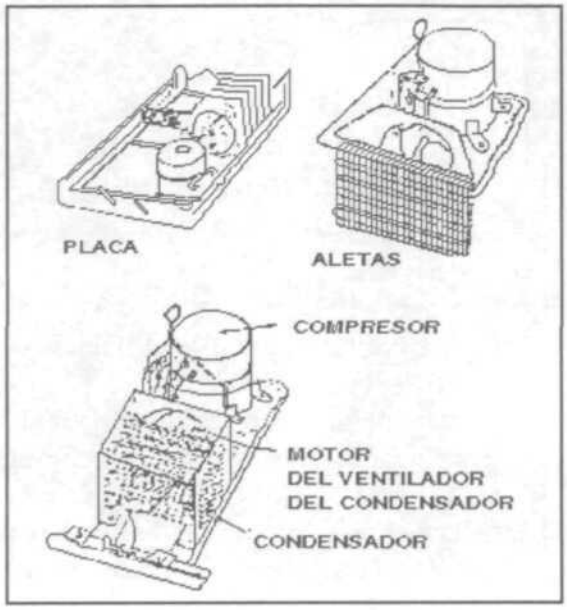


Fig. 42-17. Los condensadores de aire forzado usan ventiladores o sopladores para enfriar la tubería.

Tipos de condensadores

Los condensadores de los refrigeradores domésticos se enfrían con aire. Este puede ser aire estático o aire forzado.

Por aire estático se entiende el aire que se encuentra en la habitación. Estos condensadores también se conocen como condensadores por convección natural. Esto quiere decir que mueven el calor sin usar ningún dispositivo construido por el hombre. Usan el flujo natural de aire. Estos condensadores deben estar siempre instalados donde exista suficiente espacio para que el aire caliente escape hacia una zona de aire más frío. Los condensadores estáticos se deben encontrar en el exterior o en la pared externa de un refrigerador. Los condensadores de aire estático pueden ser del tipo de aletas, del tipo de tubería dentro de la pared o del tipo de placa.

El aire forzado es el que se hace circular por medio de un ventilador. Estos condensadores también se conocen como condensadores de convección forzada. Eso significa que fuerzan el calor de los serpentines hacia el aire exterior. Para hacerlo, emplean ventiladores o sopladores. Si el condensador se encuentra dentro del gabinete, se necesitarán ventiladores para enfriarlo. Los condensadores de aire forzado pueden ser de los tipos de aletas, de placa y de tubos.

Tipos de aletas. Con este tipo se emplean unas aletas delgadas unidas a los tubos. Estas aletas aumentan la superficie de los tubos. El flujo del aire puede ser estático. Esto es lo que sucede cuando están montadas en la parte trasera de la unidad. También se pueden usar ventiladores para forzar el aire sobre las aletas. Este es el caso cuando los condensadores se instalan en la parte inferior de la unidad.

Tipo de tubería dentro de la pared. La tubería de este condensador se instala en las paredes interiores del recubrimiento exterior del gabinete. Se enfría mediante aire estático. Esto quiere decir que el aire del exterior de la pared enfría el condensador.

Tipo de placa. Este tipo se construye con lámina metálica. La tubería está unida a la lámina. Este condensador se puede enfriar mediante aire estático. En este caso, la placa estará montada en la parte trasera del gabinete. También se puede enfriar con aire forza-

do. En este caso, la placa se encuentra en el fondo del gabinete.

Tipo de tubos. Este tipo consiste en una serie de tubos. Estos se enfrían por medio de un ventilador. Este tipo de condensador se encuentra en la parte inferior del gabinete.

Dónde se encuentran los condensadores

Usted ya conoce dónde se encuentran los condensadores. Enumeremos sus ubicaciones:

- en las paredes de la unidad
- en el respaldo de la unidad
- en el fondo de la unidad

Una vez más, ciertos tipos se hallan en determinadas ubicaciones o se encuentran en ciertas clases de unidades. Hagamos un repaso de esto.

Si el condensador se encuentra en las paredes de una unidad, ¿de qué clase es? Esto es fácil, es un condensador del tipo instalado dentro de la pared. Si está dentro de la pared, será del tipo de aire estático. El calor se mueve hacia la envoltura exterior de la unidad. Desde allí se mueve hacia el aire exterior. El condensador se enfría mediante el flujo natural del aire. ¿Qué tipos de unidades usan condensadores instalados dentro de la pared? Los congeladores horizontales y los verticales.

Si se encuentra el condensador en la parte trasera de la unidad, ¿de qué clase es? Puede ser del tipo de aletas. Puede ser del tipo de placa. Usará el flujo natural del aire para enfriar la tubería. ¿Qué tipos de unidades usarán los condensadores de aletas montados en el respaldo o del tipo de placa? Si ha contestado que los refrigeradores con una sola puerta y los refrigeradores con ciclo de descongelación, está en lo cierto.

Si el condensador está instalado en el fondo de la unidad, ¿de qué clase es? Puede ser del tipo de placa, con aletas o del tipo de tubos. Estará enfriado por aire forzado. Es decir, un ventilador soplará aire sobre la tubería para disipar el calor. ¿Por qué? Porque este tipo de condensadores están sellados dentro de la unidad. No hay manera de que un flujo natural suficiente de aire pueda llegar a ellos para enfriarlos. ¿Qué tipos de unidades usan los condensadores montados en su parte inferior? Los tipos con ciclo de descongelación y los tipos sin congelación.

Ahora usted conoce dónde se encuentra cada una de las partes de una unidad de refrigeración. También conoce cuáles son sus funciones. Por lo tanto, podemos comenzar a hablar acerca de algunos de los trabajos de servicio que usted puede llevar a cabo a solicitud de sus clientes. En la sección siguiente conocerá lo necesario para cambiar un tubo capilar. Más adelante conocerá cómo instalar o ajustar algunas de las partes.

Selección del repuesto del tubo capilar

Un tubo capilar es un dispositivo que controla el flujo del refrigerante líquido hacia el evaporador. Divide el lado de alta presión de un sistema del lado de baja presión del mismo. Se encuentra en la línea del líquido exactamente antes del evaporador. Reduce la velocidad del flujo del refrigerante. Esto disminuye la presión en el evaporador a un valor más bajo que la presión del condensador.

Cuando un sistema usa un tubo capilar, dos factores deciden qué cantidad de refrigerante debe llegar al evaporador. Uno de estos factores es el diámetro interior del tubo. El término diámetro significa la medida de una orilla del tubo a la otra pasando por el centro. El interior de los tubos capilares es muy pequeño. El otro factor es la longitud del tubo. Si entra demasiado líquido al evapora-

dor, no podrá transformarse todo en gas. Si esto sucediese, parte del refrigerante líquido podría penetrar al compresor. Esto dañaría el motor o las válvulas del compresor. El aceite del cigüeñal podría salir, lo que dañaría el cilindro y el pistón. Por tanto, es importantísimo que entre la cantidad correcta de refrigerante líquido al evaporador.

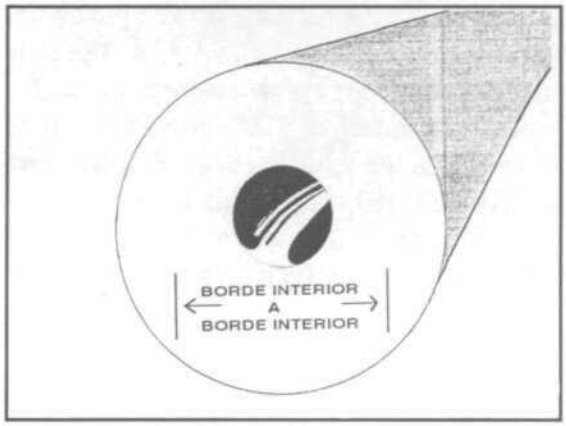


Fig. 42-18. El diámetro interior de un tubo capilar es muy pequeño.

Como técnico de servicio, algunas veces tendrá que cambiar un tubo capilar. Cuando haga esto, deberá tener en cuenta algunos hechos vitales. Sin ellos no podrá hacer un trabajo correcto.

- el diámetro interior del tubo original
- la longitud del tubo original
- la potencia del motor del compresor en caballos de fuerza
- la escala de temperaturas del sistema
- el tipo de refrigerante que se use en el sistema
- el tipo de condensador que se emplea en el sistema

Muy bien, ¿cómo encontrará esta información? Puede medir el tubo original. Con esto obtendrá los dos primeros datos que necesita. La potencia se puede encontrar en la unidad hermética. Allí se halla una placa de datos que contiene esta información.

Usted puede encontrar la gama de temperaturas. Debe usar los manómetros, y su tabla de temperaturas y presiones.

El tipo de refrigerante que usa el sistema estará indicado en la placa de datos de la unidad. Mirándola puede descubrir qué clase de condensador emplea.

La placa de datos del refrigerador y su ubicación

La placa de datos del refrigerador le proporcionará mucha información con respecto a lo que necesita saber para realizar su trabajo. La clase de datos que le proporciona se indica en la Figura 42-19.

Información contenida en la placa de datos de un refrigerador

- Marca de fábrica
- Número de modelo
- Número de serie
- Voltaje
- Amperaje a plena carga
- Amperaje con rotor bloqueado
- Tipo de refrigerante
- Cantidad de refrigerante

Fig. 42-19. Las placas de datos contienen información importante.

En lecciones anteriores hemos hablado bastante sobre las partes eléctricas de los sistemas de refrigeración. Por lo tanto, conoce que los datos eléctricos que se encuentran en la placa son muy importantes. Hay muchos trabajos de servicio para los cuales necesitará conocer el tipo y cantidad de refrigerante. Necesitará conocer esto para cambiar un tubo capilar. También le harán falta estos datos para cambiar los filtros deshidratadores. Si va a vaciar y recargar un sistema, necesita saber cuál es el refrigerante que usa y la cantidad con que trabaja. Sin embargo, lo que usted necesita conocer ahora es dónde encontrar la placa de datos.

Dónde se encuentran las placas de datos de los refrigeradores

Una placa de datos de un refrigerador se puede encontrar en uno de tres lugares. Primero busque en el lado inferior del frente del gabinete. Algunas veces se encuentra en ese lugar. En otros modelos tendrá que desmontar la placa de protección. La mayoría de las veces esto es fácil, pues la placa de protección simplemente se desprende.

Si la placa de datos no se encuentra allí, busque dentro del gabinete. Puede estar en el lado izquierdo del interior del recubrimiento del gabinete. Esto quiere decir a su izquierda, cuando se pare frente al gabinete viendo hacia el interior. Tal vez tenga que sacar la gaveta del lado izquierdo para leer la placa.

Si no se halla en este lugar, busque en el respaldo del gabinete. La Figura 42-20 muestra los lugares que acabamos de mencionar.

Aunque no pueda encontrar la placa, le será posible calcular los datos correspondientes. Después de cierto tiempo en este trabajo podrá determinar la marca del aparato simplemente con verlo. Hasta podrá decir cuál es el modelo. El número de serie se puede obtener del libro del fabricante en caso necesario. Ya le hemos dicho cómo calcular los demás datos en lecciones anteriores. Pero, siempre busque primero la placa de datos. Si la encuentra ahorrará mucho tiempo.

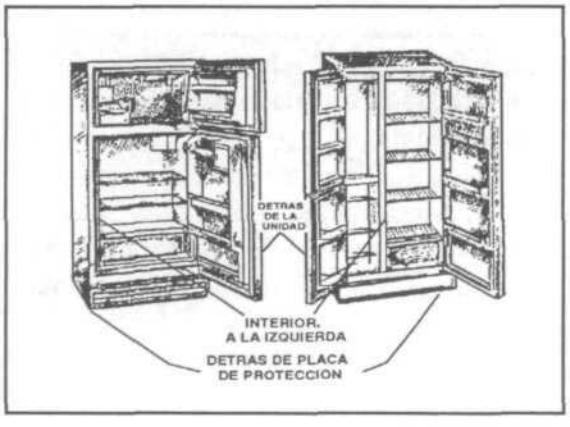


Fig. 42-20. La placa de datos se debe buscar en estos tres lugares.

Transportación de un refrigerador

Como técnico de servicio, frecuentemente instalará refrigeradores. Pero antes de que pueda instalar uno necesitará llevarlo hasta el domicilio de la persona que lo adquirió. El transporte correcto de un refrigerador es muy importante. Siempre debe asegurarse de que esté y permanezca en posición vertical. Nunca lo recueste sobre uno de sus lados. Nunca lo voltee de arriba a abajo. ¿Por qué? Hay dos razones. Una es que puede dañar el compresor. La otra es que se pueden estropear los devanados del motor.

Si deposita la unidad hacia abajo se puede salir el aceite del compresor. El aceite puede penetrar en las líneas de refrigerante. Si fluye hacia estas líneas, las recubrirá. De este modo no trabajarán correctamente. El aceite sólo debe estar en las líneas cuando fluye junto con el refrigerante.

El aceite puede penetrar en los cilindros. Debe haber un poco de aceite sobre las paredes de los cilindros y los pistones, pero únicamente una pequeña cantidad. Demasiado aceite causa problemas. Puede impedir que los pistones efectúen todo su recorrido hasta la parte superior de los cilindros. El compresor no trabajará como debe. Esto se conoce como restricción por aceite. El aceite en los cilindros también puede hacer que se trabe el compresor. Esto puede provocar la quemadura del motor.

Los devanados del motor se pueden dañar si se deposita la unidad en posición invertida. El compresor está montado con resortes dentro de la unidad hermética. Si se recuesta el aparato sobre uno de sus costados, los devanados del motor pueden golpear contra los lados del domo. Esto dañará los devanados, lo cual puede hacer que se queme el motor.

Por supuesto, usted siempre deberá transportar una unidad de la manera correcta.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. El condensador en un sistema de refrigeración transforma el gas refrigerante en un _____.
2. Un_____es un dispositivo que controla el flujo del refrigerante líquido hacia el evaporador.
3. La_____proporciona la información indispensable de un refrigerador.
4. La placa de datos se puede encontrar en 3 sitios: en el lado inferior del frente del gabinete, _____, en el respaldo del gabinete.
5. Si se coloca un refrigerador en posición invertida, se pueden dañar los_____del motor.

Respuestas

1. líquido 2. tubo capilar 3. placa de datos 4. dentro del gabinete 5. devanados

Resumen

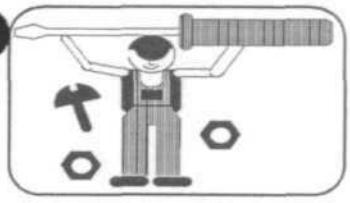
En esta lección habrá averiguado usted qué se denomina con el nombre de sistema sellado y cuál es su mejor ejemplo. Un sistema sellado es aquel en que las partes que lo hacen trabajar están selladas dentro de la unidad. Su mejor ejemplo es el refrigerador doméstico. Las partes principales de un refrigerador doméstico son: las partes selladas, el gabinete y sus partes, y los controles eléctricos. Las partes selladas son once: el compresor, la línea de descarga, el condensador, la línea de líquido, el filtro deshidratador de la línea de líquido, el tubo capilar, el evaporador, la línea de succión, el acumulador, el enfriador de aceite y el preenfriador.

Los refrigeradores domésticos usan compresores alternativos y rotatorios. Utilizan varios tipos de evaporadores: de anaquel, de envoltura, de placa fría y de aletas. Y cuatro clases de condensadores: de aletas, de tubería dentro de la pared, de placa y de tubos. También conoce las ubicaciones de todas estas piezas vitales del refrigerador.

Ha oído igualmente hablar del tubo capilar, que controla el flujo del refrigerante líquido hacia el evaporador, y sabe cómo reponerlo y cuándo.

Ahora ya tiene muchos conocimientos acerca del gabinete y sus partes componentes. Puede enumerar los tipos de refrigeradores y congeladores: refrigerador con descongelación manual y una sola puerta, refrigerador con ciclo de descongelación, refrigerador sin congelación, refrigerador y congelador lado a lado, congelador vertical y congelador horizontal.

Conoce asimismo los problemas que plantea el transporte de un refrigerador, y lo que no debe hacer nunca al transportarlo. Ya está preparado casi para instalarlo. ¡Enhorabuena!



Tareas prácticas

Identificación de los diferentes tipos de evaporadores

Materiales que usted necesitará

- El contenido de esta tarea práctica
- Papel y lápiz

Información previa

El evaporador o serpentín de enfriamiento es la parte del sistema de refrigeración donde se retira calor del producto: aire, agua o algo que debe enfriarse. Cuando el refrigerante entra a los pasajes del evaporador, absorbe calor de los productos que van a ser enfriados y, cuando absorbe calor de la carga, empieza a hervir y se evaporiza. En este proceso el evaporador ejecuta el propósito total del sistema: la refrigeración.

Los fabricantes desarrollan y producen evaporadores de diseños y formas diferentes para llenar las necesidades de futuros usuarios.

Lo que usted deberá hacer

Identificará el tipo de evaporador que se usa para cada tipo específico de refrigeración: doméstica, comercial e industrial.

Procedimiento

1. Haga girar su refrigerador doméstico y localice cada una de sus partes. Luego abra la puerta del refrigerador o evaporador y obsérvelo de manera detenida, comparándolo con los diagramas que aparecen en su lección. Ahora identifique su tipo.
2. Vaya a un centro comercial, a una carnicería, a una tienda de productos lácteos o a cualquier comercio donde exista equipo de refrigeración y localice en alguna de las neveras el evaporador. Obsérvelo cuidadosamente y compa'relo con sus gráficas de la lección. Ahora determine de qué tipo es.
3. Acuda a alguna instalación que cuente con un sistema industrial de refrigeración, como por ejemplo: un hospital, un cine, un centro de cómputo o un centro comercial. Solicite permiso para observar el equipo paquete de refrigeración, que seguramente se encontrará en la azotea. Observe el paquete, identifique cada una de sus partes y localice el evaporador.

Conclusiones

Esta comprobado que la mejor manera de aprender es a través de la formación teórico - práctica. Así, mientras usted aprende toda la información teórica de los evaporadores en su lección, con el desarrollo de esta tarea práctica refuerza lo aprendido.

y después... ¿qué sigue?

¿Cuáles son los ocho problemas más comunes en un refrigerador? ¿Qué herramientas son necesarias para ajustar la puerta de un refrigerador? ¿Qué unidades de refrigeración se descongelan a mano? ¿Cuándo desconecta el motor del refrigerador el termostato? ¿Qué es el compensador de ambiente? ¿Cuales son los tipos de calefactores para descongelar un refrigerador? ¿Qué tipos de relevadores utilizan los refrigeradores y congeladores domésticos? ¿Qué partes componen un sistema de descongelación por gas caliente? ¿Cuáles son las partes del ciclo básico de refrigeración? ¿Qué partes del refrigerador de tipo común no integran el sistema básico?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. La puerta del congelador de un refrigerador está construida de manera que cierre

a. manualmente.
b. eléctricamente.
c. automáticamente.
d. a presión.

2. Los congeladores del tipo de anaquel están construidos con una envoltura inferior y otra exterior de acero

a. esmaltado.
b. templado.
c. al carbón.
d. recocido.

3. El filtro deshidratador es un cilindro fabricado de latón, cobre o

a. bronce.
b. acero.
c. aluminio.
d. hierro.

4. Los enfriadores de aceite se usan en los sistemas de refrigeración de baja

a. presión.
b. intensidad.
c. resistencia.
d. temperatura.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES

Calificación

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L442

5. El recubrimiento exterior de un refrigerador se construye de lámina de

a. latón.
b. acero.
c. cobre.
d. asbesto.

6. En los evaporadores del tipo de aletas, éstas se unen a los

a. devanados.
b. envolventes.
c. deshidratadores.
d. serpentines.

7. El propósito de todo compresor en un sistema de refrigeración es generar una diferencia de presión entre el evaporador y el

a. condensador.
b. tubo capilar.
c. deshidratador.
d. evaporador.

8. Los condensadores de los refrigeradores domésticos se enfrían con

a. agua.
b. gas.
c. aire.
d. aceite.

9. El tubo capilar es un dispositivo que controla el flujo del refrigerante líquido hacia el

a. compresor.
b. evaporador.
c. deshidratador.
d. condensador.

10. El refrigerante empleado en un sistema se puede conocer consultando

a. el compresor.
b. el tubo capilar.
c. el filtro.
d. la placa de datos.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

La vida es una gran campaña

El hombre que triunfa es un general que ha sabido ganar las batallas más importantes en la campaña de la vida. Sus armas han sido los conocimientos adquiridos; sus aliados: la constancia y el entusiasmo.

Como enemigos arteros y traidores ha encontrado a la holgazanería, el vicio y la complacencia. Para vencerlos ha peleado batallas mil; muchas de ellas han sido perdidas, pero las más importantes han sido ganadas a costa de sacrificios que les dan mayor valía.

Los fracasos en la vida son los que, cual general inepto, atacan diferentes objetivos por parecer fáciles de vencer. Sus derrotas son frecuentes al no contar con armas fuertes y por retroceder cobardemente al encontrar obstáculos serios.

Tal como sucede en las grandes batallas militares del mundo, la campaña por el éxito personal es larga y dura. Los sacrificios son mayores al principio, mientras se vencen las fuerzas que tratan de oponerse al avance, pero a medida que se acerca el objetivo, se encuentran mayores facilidades para el progreso rápido. Cuando se alcanza la victoria final, todos los trabajos y sinsabores quedan opacados y hasta olvidados por la gloria del triunfo.

Ralph Hemphill

SISTEMAS DE
Refrigeración
Y AIRE
ACONDICIONADO

CONTENIDO

Introducción....4

1. Problemas comunes de los refrigeradores....4
2. Cómo instalar un refrigerador....5
3. Cómo ajustar la puerta de un refrigerador....6
4. Descongelación y controles eléctricos....8
5. Calefactores para refrigerador....9
6. Los controles eléctricos y su ubicación....12
7. Partes para la descongelación por electricidad, gas caliente y ciclo de reposo....18
8. El ciclo de refrigeración....20
9. Resumen....23
10. Tareas prácticas....23
11. Examen..,...25

Problemas comunes de los refrigeradores

L443 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 4

Problemas comunes de los refrigeradores, 4

Cómo instalar un refrigerador, 5

Cómo ajustar la puerta de un refrigerador, 6

Descongelación y controles eléctricos, 8
- Términos, 8
  - Descongelación manual, 8
  - Descongelación automática, 8
  - Descongelación eléctrica, 8
  - Descongelación por gas caliente, 8
  - Control frío, 8
  - Transpiración, 8
  - Compensador de ambiente, 8

Calefactores para refrigerador, 9
- Tipos de calefactores, 9
  - Calefactor descongelador, 9
  - Calefactor de canal de descarga, 11
  - Calefactor perimétrico, 11
  - Calefactor de ducto de aire, 11
  - Calefactor de tubo de llenado, 11
  - Calefactor para el conservador de mantequilla, 11
  - Compensador de ambiente, 11
  - Calefactor para el conservador de carnes, 12
  - Calefactor para el larguero divisorio, 12

Los controles eléctricos y su ubicación, 12
- Termostato para controlar la temperatura, 12
- Relevadores, 14
- Termostato terminal de descongelación, 16
- Interruptor de la luz, 16
- Interruptor para ventilador y lámpara, 16
- Control de tiempo de descongelación, 17
- Sobrecarga, 17

Partes para la descongelación por electricidad, gas caliente y ciclo de reposo, 18
- Partes para descongelación eléctrica, 18
- Partes del sistema de descongelación por gas caliente, 19
- Partes del sistema de descongelación de ciclo de reposo, 20

El ciclo de refrigeración, **20**

Resumen, 23

Tareas prácticas:
Ajuste de la puerta de un refrigerador, 23

Examen, 25

Introducción

Un refrigerador es un gabinete aislado. Sus superficies interiores son frías. Las superficies frías absorben calor del aire del interior del gabinete. Esta acción es la que enfría el alimento contenido en el gabinete.

Una hielera es un refrigerador. Este dispositivo de tipo antiguo obtuvo su nombre porque se colocaba un bloque de hielo dentro de un gabinete aislado. El hielo enfriaba el aire del gabinete. El aire enfriaba el alimento. Pero con el tiempo, el hielo se derretía. Siempre era necesario introducir hielo nuevo en el gabinete. Se debía sacar el agua. El refrigerador eléctrico cambió todo esto.

Un refrigerador o congelador doméstico moderno consta de tres partes. Estas se indican a continuación:

- las partes selladas
- el gabinete y sus componentes
- los controles eléctricos

En esta lección usted conocerá todo lo relacionado con el gabinete y sus partes. Conocerá también cómo instalar un refrigerador. Estudiará todo lo necesario sobre los controles eléctricos. Y conocerá lo que son los ciclos de descongelación y los controles eléctricos de descongelación.

Se ha suprimido el epígrafe de definiciones y descripciones, que resultaba innecesario después del incluido en la lección anterior.

Problemas comunes de los refrigeradores

Existen algunos problemas que usted, como técnico de servicio, encontrará una y otra vez. Cuando atienda una llamada de un cliente, primero revise estos problemas comunes:

- instalación incorrecta
- la puerta necesita ajuste
- el empaque está desgastado o dañado
- el revestimiento divisor está desgastado o dañado
- no hay circulación de aire, o ésta es insuficiente
- descongelación inadecuada
- problemas de eliminación del agua de la descongelación
- las partes eléctricas no están trabajando correctamente

Algunas veces las unidades no se instalan de manera correcta. Esto puede causar muchos problemas. No todos los técnicos de servicio hacen su trabajo tan bien como deberían hacerlo. En ocasiones, las unidades se instalan en un lugar donde reciben la luz directa del sol o cerca de una fuente de calor como puede ser la estufa. En estas condiciones el evaporador no puede trabajar correctamente. Algunas veces no se deja suficiente espacio para que el aire circule a través de los serpentines del condensador. Entonces, el condensador no puede trabajar como es debido.

Si la puerta no está ajustada para cerrar herméticamente, entrará aire caliente al gabinete. El compresor trabajará mucho más de lo que debe. A veces existen problemas con la descongelación. En otras ocasiones, con las partes eléctricas. Conforme avancemos en el resto de esta lección conocerá cómo detectar estos problemas. También le diremos cómo corregirlos.

Cómo instalar un refrigerador

Usted conoce cómo se debe transportar un refrigerador. Ahora le diremos cómo instalar estos aparatos. Solamente necesita dos cosas. Por supuesto, necesitará un refrigerador. Y necesitará una llave ajustable. La Figura 43-1 ilustra la apariencia de esta clase de llave.

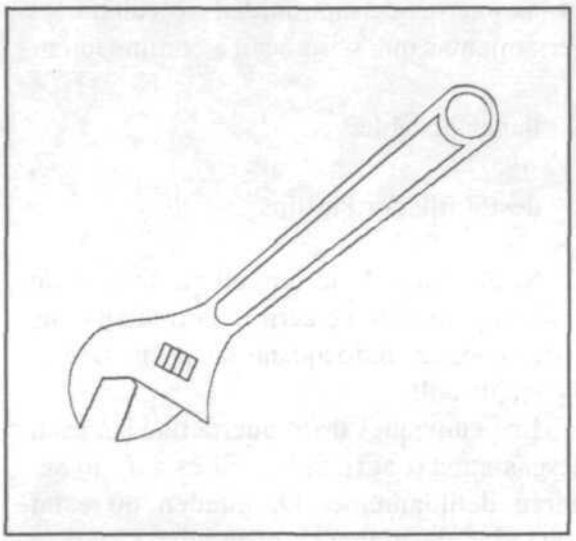


Fig. 43-1. Usted necesitará esta llave para instalar un refrigerador doméstico.

Primero, debe colocar el refrigerador en el lugar correcto. Asegúrese de que no quede expuesto a la luz directa del sol. Compruebe que no esté cerca de una fuente de calor como la estufa o el calefactor. Si es así, el compresor trabajará con demasiada frecuencia. Asegúrese de que haya cerca una toma de corriente eléctrica apropiada. Nunca use un cordón de extensión para conectar un refrigerador.

No coloque la unidad en ningún lugar donde la temperatura baje de 60 grados Fahrenheit (16 °C). Si hace esto, el compresor no trabajará con la suficiente frecuencia. Esto puede dar como resultado un exceso de transpiración dentro de la caja, así como la incorrecta operación de los sistemas de descongelación.

Aunque algunos de los refrigeradores recientemente diseñados no exigen la existencia de un espacio libre alrededor de la unidad, en la mayoría de los casos será necesario dejar ciertos claros alrededor del aparato. El espacio correcto alrededor permitirá el flujo de la cantidad apropiada de aire.

- media pulgada (13 mm) a cada lado de la unidad
- una pulgada (25 mm) detrás de las unidades que poseen condensadores estáticos
- tres pulgadas (76 mm) arriba de la unidad

Estas separaciones permitirán que fluya suficiente aire para disipar el calor del condensador.

Una vez que haya colocado la unidad de manera correcta, desmonte la placa de protección de la parte inferior. Tire de ella hacia arriba y hacia fuera. Detrás de esta placa se encuentran unas patas especiales. Estas patas se pueden ajustan Usted debe usarlas para nivelar la unidad. Utilice su llave ajustable. Sobre estas patas delanteras se encuentran unos tornillos que es posible ajustan Gírelos hacia la derecha para levantar la unidad. Levántela sólo lo suficiente para que la puerta se cierre fácilmente cuando está medio abierta. Si está demasiado alta, gire los tornillos hacia la izquierda para bajarla. Una vez que esté nivelada correctamente la unidad, coloque de nuevo la placa de protección. Únicamente ponga las lengüetas en los ganchos de ambos extremos y coloque la placa. Esta entrará en su lugar. La Figura 43-2 ilustra la placa de protección y el tornillo nivelador detrás de ella.

Ahora debe desmontar el material de empaque del interior. Limpie el interior y el exterior de la unidad. Debe usar un solvente adecuado para este propósito. El solvente no dañará el acabado de la unidad. Ni dejará olores dentro del aparato.

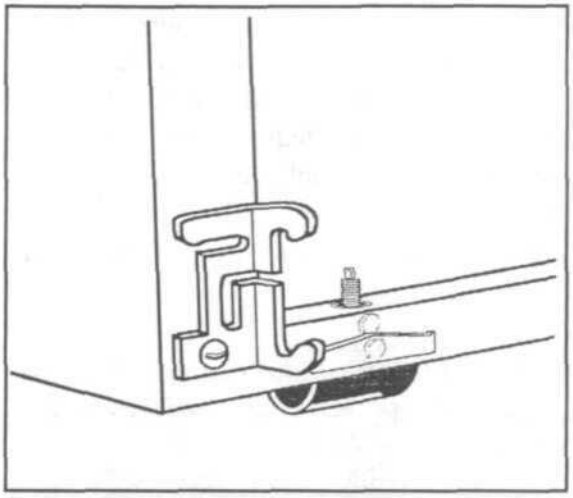


Fig. 43-2. Desmonte la placa de protección para ajustar la altura del refrigerador.

Revise las puertas. Asegúrese de que cierren haciendo un buen sello.

Ahora está listo para conectar la unidad. Asegúrese de que el receptáculo donde la enchufe esté conectado a tierra. Si el receptáculo no admite la clavija de tres terminales de la unidad, será necesario cambiarlo. Pero esto no es su trabajo. El propietario de la casa necesita encargarse de ello. Nunca, por ningún motivo, corte la tercera terminal para adaptar la clavija al receptáculo de dos terminales. Esto es muy peligroso. Puede resultar en un incendio de tipo eléctrico. Si corta la terminal usted será responsable. Simplemente anote en sus papeles de servicio que el receptáculo no era adecuado. Indique que usted no conectó la unidad.

Si el cliente desea usar un adaptador, puede ser correcto. Depende de los reglamentos locales. Pero deje que el cliente lo enchufe. Anótelo en sus papeles de servicio.

Cuando haya terminado, limpie el lugar y guarde sus herramientas. Nunca deje sucio el lugar para que lo limpie el cliente. Sea siempre pulcro y ordenado. Esto se reflejará favorablemente en su negocio. Dejará una buena impresión de usted y de su trabajo.

Cómo ajustar la puerta de un refrigerador

Hay tres problemas que se relacionan con la puerta. Uno, las patas delanteras pueden necesitar ajuste. Dos, puede ser necesario cambiar el empaque. Tres, puede hacer falta ajustar las bisagras de la puerta. Cuando trabaje en las puertas de una unidad necesitará las herramientas que se indican a continuación.

- llave ajustable
- destornillador Phillips

Si el frente de la unidad es demasiado bajo, la puerta no se cerrará correctamente. Usted conoce cómo ajustar las patas. Use su llave ajustable.

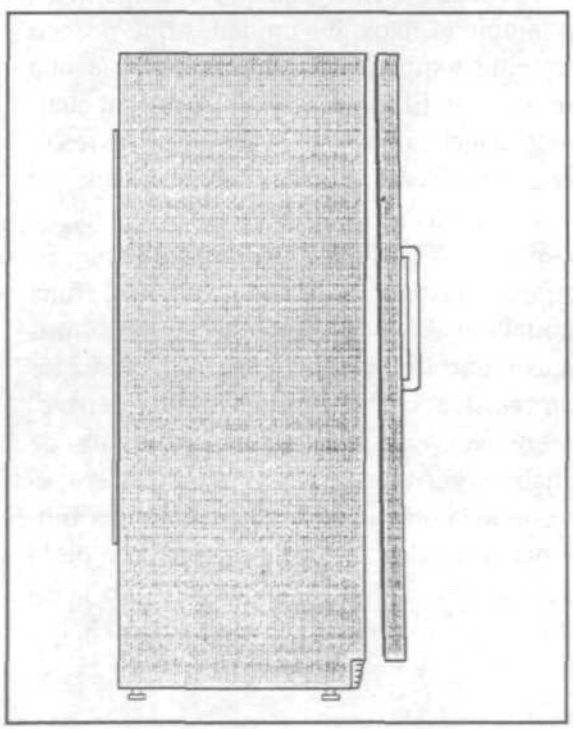
Los empaques de la puerta pueden estar desgastados o agrietados. Si es así, no sellarán debidamente. O, pueden no estar ajustados de manera apropiada. Usted lo puede comprobar. Hágalo de esta manera. Primero, abra la puerta aproximadamente a la mitad de su recorrido. Observe cuánto esfuerzo necesita para abrirla. Déjela abierta alrededor de 10 segundos. Después, ciérrela. Déjela cerrada durante 15 segundos aproximadamente. Enseguida, ábrala de nuevo. Observe una vez más cuánto esfuerzo necesita para abrirla.

Debe implicar más esfuerzo abrir la puerta por segunda vez que cuando se hizo en la primera ocasión. Si se necesita menos esfuerzo, revise el empaque para comprobar que ajuste correctamente. Este es el método. Use un calibrador de hojas de plástico de 0.003 de pulgada (0.08 mm) de grueso o un pedazo de papel delgado. Inserte el calibrador o el papel en varios lugares alrededor de la puerta. Se debe necesitar un pequeño esfuerzo para retirar el calibrador o el papel. Si se puede sacar con facilidad o se cae por sí solo, será necesario ajustar el empaque. Des-

Desmonte los tornillos que fijan el empaque y el tablero interior al tablero exterior. Use su destornillador Phillips. Puede tener que quitar solamente unos cuantos tornillos. Ajuste el empaque e instale de nuevo los tornillos.

A menudo, simplemente es mejor cambiar el empaque. Algunas veces, la única manera de obtener un buen ajuste es usando un empaque nuevo. Si el empaque está desgarrado o agrietado, tendrá que cambiarlo. Hasta una pequeña desgarradura o grieta puede causar problemas. Esta es la forma de cambiar el empaque. Desmonte todos los tornillos y separe el tablero interior de la puerta. Después, desmonte el empaque del tablero interior. Instale un empaque nuevo. Monte otra vez el tablero interior en el tablero exterior.

La Figura 43-3 ilustra una puerta cuyas bisagras necesitan ajuste. Existen dos maneras de resolver este problema. La primera da mejores resultados para la puerta del compartimento de los alimentos frescos y para las puertas de las unidades del tipo de lado a lado. La segunda se puede usar para las puertas superiores o inferiores de los congeladores.



Fíg. 43-3. Hay que ajustar una puerta que presente este aspecto cuando está cerrada.

Este es el método para ajustar puertas de compartimentos para alimentos frescos o de tipo lado a lado. Primero, observe las bisagras. Asegúrese de que no aplican demasiada presión sobre el empaque. Si lo hacen, enrollarán el empaque e impedirán que selle correctamente. Después, necesitará colocar una calza debajo de la bisagra inferior. Una calza es una pieza ahusada de madera o metal. Ajuste hacia delante la bisagra superior.

También puede emplear el método mencionado para puertas de congeladores. Pero además hay otra forma. Afloje los tornillos del empaque. Con sus manos, gire la puerta. Ponga sus manos en el extremo de la puerta opuesto a las bisagras. Coloque una mano en la parte superior de la puerta. Coloque la otra mano en la parte inferior. Usted puede ver por qué este método no siempre es adecuado para puertas de compartimento de alimentos frescos o de tipo lado a lado. Si la puerta no ajusta en la parte superior, empújela con la mano que está colocada allí y tire de la puerta con su otra mano. Si la puerta no ajusta en la parte inferior, tire de ella con la mano colocada arriba y empuje con la que está en la parte de abajo. Cierre la puerta y tome nota del resquicio. Use el calibrador o el método del papel. No confíe en sus ojos. Puede ser necesario girar nuevamente la puerta. Cuando esté ajustada, apriete los tornillos. No los apriete excesivamente. Esto podría hacer que se desajustara de nuevo la puerta. Como siempre, deje todo limpio. Retire sus herramientas.

Descongelación y controles eléctricos

Ahora está listo para estudiar las partes eléctricas. Comenzaremos por definir algunos términos nuevos. Estos términos se relacionan principalmente con métodos y controles de descongelación.

Términos

Descongelación manual. Algunas unidades se deben descongelar a mano. ¿Recuerda usted cuáles son éstas? Una de ellas es un modelo muy viejo de refrigerador. La unidad con una sola puerta se debe descongelar a mano. Lo mismo ocurre con un modelo más reciente: la unidad de ciclo de descongelación. Difiere de la anterior porque necesita descongelarse con menos frecuencia que la unidad de una sola puerta. También, la mayoría de los congeladores horizontales se deben descongelar a mano. Para llevar a cabo la descongelación manual se debe desconectar el refrigerador. Esto permite que se derrita el material congelado. Después se extrae el hielo y el agua. No use nunca ningún objeto afilado para desprender la congelación. La punta afilada puede dañar la unidad.

Descongelación automática. Este método usa, a veces, un control de tiempo y una fuente de calor. ¿Qué unidades utilizan este sistema? Las unidades sin congelación, las unidades del tipo lado a lado y la mayoría de los congeladores verticales cuentan con descongelación automática.

Descongelación eléctrica. Esta es una clase de descongelación automática. Usa calefactores de tipo especial en el ciclo automático. Se conocen como calefactores de resistencia. Producen calor porque ofrecen resistencia al paso de la electricidad a través de ellos.

Descongelación por gas caliente. Este método emplea el gas refrigerante para descongelar la unidad. Con frecuencia se utiliza para unidades instaladas en habitaciones donde la temperatura del aire se mantiene abajo del punto de congelación. Se instala una línea de refrigerante desde la línea del gas caliente al evaporador. Un control de tiempo y una válvula dirigen el gas caliente a través del evaporador para descongelar la unidad.

Control frío. Este es un termostato. Controla la temperatura del gabinete. También la siente. Posee un ajuste alto y un ajuste bajo. Cuando se calienta el gabinete, la temperatura alcanzará el ajuste alto. Entonces, el termostato conecta el motor del compresor. Cuando se enfría el gabinete, la temperatura llegará al ajuste bajo. En ese momento, el termostato desconecta el motor.

Transpiración. Es el desarrollo de humedad en las paredes del gabinete. La humedad del aire tiende a depositarse sobre las paredes frías. Esto puede constituir un problema en dos casos. En uno, la unidad está instalada en una habitación donde la temperatura del aire es más baja que la temperatura de la unidad. Dos, las unidades que poseen diferente temperatura están instaladas una junto a otra. El segundo caso ocurre en cualquier congelador de un refrigerador. Para resolver este problema se usan los calefactores.

Compensador de ambiente. Usted conoce lo que significa el término ambiente. Se refiere a la temperatura del aire o de una habitación. El dispositivo que describimos en este párrafo es una especie de calefactor con resistencia. La expresión "compensar" quiere decir equilibrar. Si la temperatura de la habitación desciende a menos de la temperatura de la unidad, se encarga de hacer funcionar la unidad. Compensa el efecto de la temperatura baja de la habitación. En la siguiente sección le explicaremos cómo lo hace.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Si la puerta de un refrigerador no está ajustada para cerrar herméticamente entrará aire _____ al gabinete.
2. Para limpiar el interior y el exterior de un refrigerador se debe usar un _____ adecuado.
3. Para ajustar la puerta de un refrigerador se debe usar un calibrador de hojas de plástico o un pedazo de _____ delgado.
4. Los refrigeradores con una sola puerta se deben descongelar a _____.
5. La descongelación por gas caliente emplea el gas _____ para descongelar la unidad.

Respuestas

1. caliente 2. solvente 3. papel 4. mano 5. refrigerante

Calefactores para refrigerador

Puede parecer extraño que una unidad de refrigerador y congelador posea calefactores. Pero se necesitan por una variedad de razones. Los congeladores se deben descongelar. Si se desarrolla demasiada congelación, la unidad no congelará los alimentos. Los calefactores evitarán la transpiración del gabinete. Los calefactores pueden mantener ciertos alimentos a la temperatura conecta. Conservan libres los conductos de descarga y aseguran la descongelación de todas las partes. Garantizan que la unidad efectúe su ciclo de trabajo de manera correcta.

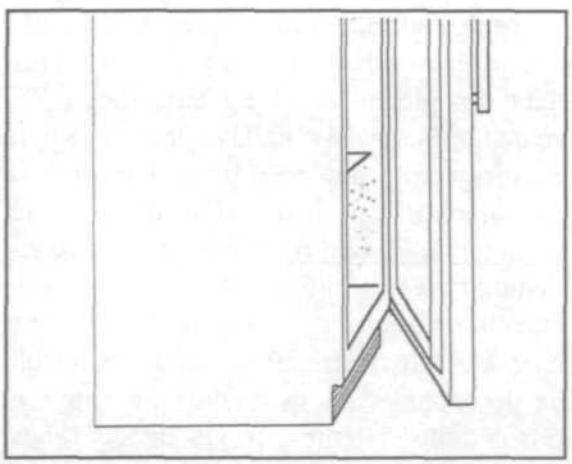


Fig. 43-4. Se dice que una superficie está transpirando cuando se desarrolla humedad sobre ella.

Los sistemas usan muchas clases de calefactores. Los más comunes se enumeran más abajo. Usted conocerá el papel de cada calefactor y dónde pueden encontrarse.

Tipos de calefactores

Calefactor descongelador. A menudo se usa el calor producido por la electricidad para descongelar un congelador. Se instalan serpentines de calentamiento en el evaporador. Se pueden encontrar alrededor de la tubería. Pueden estar dentro de la tubería. Existen tres tipos de calefactores para des-

- tipo de alambre de resistencia
- tipo de inmersión
- tipo de evaporador de tubo doble

El calefactor descongelador de alambre de resistencia consta de elementos de alambre. Se montan debajo del evaporador, bajo la charola de escurrimiento y a lo largo del tubo de descarga. Cuando llega el momento de descongelar, un control de tiempo desconecta el motor del compresor. Se cierra la línea del líquido. El refrigerante se bombea hacia fuera del evaporador. Entonces, se conectan los ventiladores y el calefactor descongelador. Los calefactores derriten la congelación del evaporador. El agua se escurre hacia la charola y sale por el tubo de descarga. Cuando el evaporador alcanza una temperatura predeterminada, un termostato instalado en aquél hace regresar la unidad a la condición normal de operación. Se desconectan el calefactor y los sopladores. Se abre la línea del líquido. El motor comienza a trabajar. El ciclo de refrigeración se inicia una vez más.

Las unidades usan dos formas para cerrar la línea del líquido y vaciar el evaporador. Una de éstas se conoce como achicado. La otra recibe el nombre de vaciado por bombeo.

Con un sistema de achicado, el termostato cierra una válvula solenoide en la línea del líquido. Usted estudió las válvulas solenoide en una lección anterior. Un interruptor de baja presión controla el compresor. Cuando se cierra la línea de líquido, el compresor vacía el refrigerante del evaporador. Cuando se ha bombeado todo el refrigerante, el interruptor siente la reducción de la presión. Entonces, desconecta el compresor. El interruptor impide la entrada de refrigerante al compresor.

La descarga por bombeo trabaja del mismo modo, pero emplea un circuito adicional.

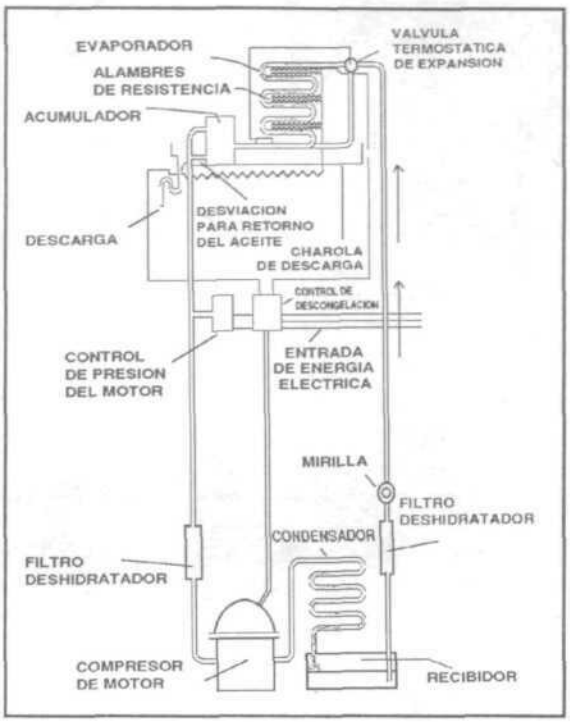


Fig. 43-5. Este sistema de descongelación emplea un calefactor descongelador del tipo de alambrederesistencia.

El circuito extra va del botón de arranque del compresor hasta el termostato. Por lo tanto, el termostato controla el compresor. No arrancará nuevamente hasta que se alcance la temperatura correcta. La Figura 43-5 ilustra un sistema de descongelación eléctrica en un refrigerador.

El calefactor eléctrico del tipo de inmersión exige un evaporador especial. Posee dos pasajes para refrigerante. En otras palabras, tiene dos juegos de tubos. Estos juegos corren uno al lado del otro. Uno de ellos es para el refrigerante que absorberá el calor y se evaporará. El otro es para el refrigerante que se calienta. Este refrigerante permanece caliente. Fluye a través del segundo pasaje cuando se interrumpe el ciclo de refrigeración. Cuando ocurre esto, se conecta el ciclo de descongelación. A medida que fluye el refrigerante caliente a través de sus tubos, descongela los otros conductos.

El evaporador de doble tubo consiste en un tubo dentro de otro tubo. El refrigerante

fluye a través del tubo exterior. Los elementos calefactores se instalan en el tubo central. En el ciclo de descongelación, se interrumpe el funcionamiento del sistema. Entonces se conectan los elementos de calefacción eléctrica. Se descongela el evaporador. Los elementos se desconectan y el sistema comienza a funcionar de nuevo.

Calefactor de canal de descarga. La Figura 43-6 ilustra el calefactor de canal de descarga. Se conecta en paralelo con el calefactor descongelador. Esto quiere decir que trabaja cuando funciona el calefactor descongelador.

Cuando el termostato de descongelación desconecta el calefactor descongelador, también desconecta el calefactor de descarga.

Calefactor perimétrico. Este también es un calefactor del tipo de resistencia. Consiste en un alambre que se instala en el revestimiento de la puerta del congelador. Este calefactor trabaja todo el tiempo. Impide el desarrollo de humedad alrededor de la puerta del congelador. Si allí se desarrolla humedad, se puede congelar y cerrar la puerta. Este calefactor también se conoce como calefactor de punto de condensación o de gabinete.

Calefactor de ducto de aire. Este calefactor del tipo de resistencia se encuentra en la pared del ducto de aire. Este ducto es el paso del aire del evaporador al gabinete para alimentos frescos. Un ventilador envía el aire frío al gabinete. Durante la descongelación, el calefactor descongela el ducto.

Calefactor de tubo de llenado. Cuando se conecta el ciclo de descongelación, este calefactor asegura la descongelación de la placa del evaporador. Se encuentra entre las líneas de entrada y salida del evaporador. Se usa solamente en algunos modelos que poseen fabricadores de hielo.

Calefactor para el conservador de mantequilla. Muchas unidades poseen una cavidad en la puerta del gabinete para almacenar mantequilla. En la cavidad hay una puerta pequeña. Puede almacenar aproximadamente medio kilogramo de mantequilla. A menudo este espacio está suficientemente caliente para mantener la mantequilla a la temperatura correcta. Está cerca de la capa exterior de la puerta del gabinete. Tiene una pequeña puerta que la protege del aire frío del resto del gabinete. Pero algunas unidades emplean un calefactor de alambre en la pared del compartimento para la mantequilla.

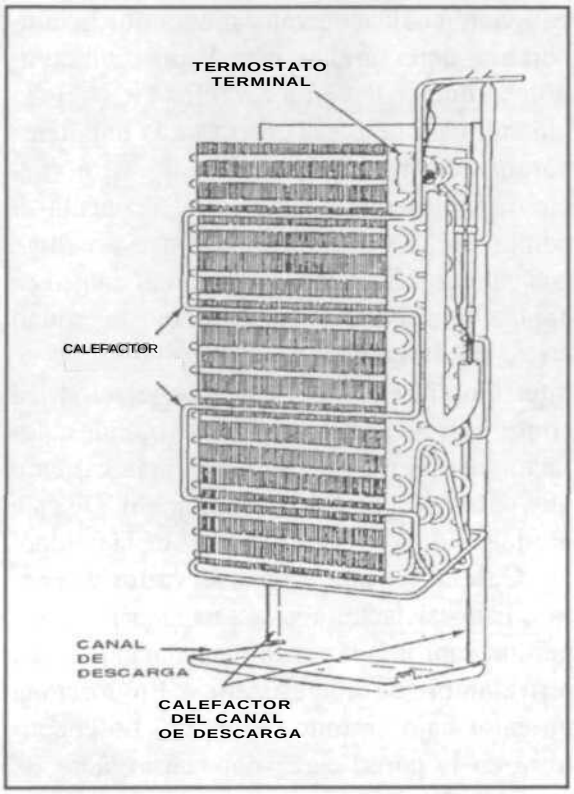


Fig. 43-6. El calefactor de canal de descarga mantiene libre el drenaje durante el ciclo de descongelación.

Compensador de ambiente. En un refrigerador, este calefactor se encuentra en el compartimento para alimentos frescos. Está instalado en el lado de aislamiento del termostato. En un congelador se puede encontrar junto al control de temperatura. Es otro calefactor de resistencia. Proporciona calor durante el ciclo de descongelación.

Recordará que la palabra ambiente se refiere a la temperatura del aire o de una habitación, y que el término compensar quiere decir equilibrar. Si la temperatura de la

habitación baja a un valor menor que la temperatura de la unidad, este dispositivo comprueba que se lleven a cabo los ciclos de la unidad. Compensa el efecto de la baja temperatura de la habitación. Cuando se inicia el ciclo de descongelación, se desconecta el compresor. Esto quiere decir que no fluye gas caliente. Si la temperatura del cuarto es baja, el termostato puede creer que la unidad no se ha descongelado. Por lo tanto, no se interrumpirá el ciclo de descongelación. El compresor no arrancará de nuevo. Este calefactor mantiene el termostato más caliente que la temperatura de la habitación. De este modo puede leer la temperatura de la unidad.

Calefactor para el conservador de carnes. Este calefactor ayuda a mantener la temperatura apropiada para almacenar carnes. Es otro alambre de alta resistencia. Proporciona un calor bajo en todo momento. Lo encontrará en la pared cerca del conservador de carnes o detrás de éste.

Calefactor para el larguero divisorio. Este calefactor es un alambre trenzado de alta resistencia. Está unido a una tira de lámina de aluminio. La Figura 43-7 ilustra este tipo de calefactor.

Un larguero es una tira que divide las partes de una unidad. Es el miembro del bastidor entre dos puertas. Entre el refrigerador y el congelador de una unidad doméstica hay un larguero. También encontrará uno de ellos entre la puertas de una unidad del tipo de lado a lado. Y detrás de cada larguero encontrará un calefactor.

Los calefactores para larguero impiden el desarrollo de humedad alrededor de la puertas y entre éstas. Por lo tanto, pueden servir para el mismo propósito que los calefactores perimétricos. Si se desarrolla humedad alrededor de la puerta del congelador, ésta se puede congelar y quedar cerrada. El desarrollo de humedad también puede ocurrir en el espacio entre las cubiertas interior y exterior de la puerta. Esto puede causar daños al aislamiento.

Algunos de los calefactores que acaba de estudiar permanecen conectados todo el tiempo. El calefactor para larguero es un ejemplo. Otros solamente están conectados durante el ciclo de reposo del compresor. Estos calefactores ayudan a descongelar la unidad. Necesitan controles para conectarlos y desconectarlos. De hecho, el compresor necesita controles que lo conecten y desconecten. Usted ya conoce algo sobre estos controles. Enseguida vamos a describir los dispositivos que controlan el flujo eléctrico en la unidad.

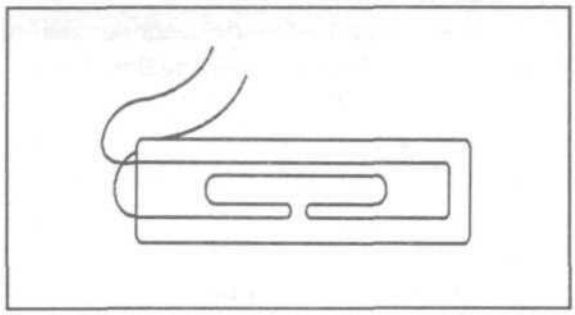


Fig. 43-7. Usted encontrará este calefactor detrás del larguero divisorio.

Los controles eléctricos y su ubicación

Para hacer funcionar adecuadamente un refrigerador doméstico se necesitan muchas clases de controles eléctricos. Algunos controlan el compresor, otros controlan el ciclo de descongelación. Existe un control para la luz, que la enciende siempre que se abre la puerta del compartimento de los alimentos. Hay un control que desconecta la unidad en caso de una sobrecarga. En esta sección usted conocerá los fundamentos de estos controles. Después aplicará estos conocimientos durante su trabajo.

Termostato para controlar la temperatura

Este es un método para conectar y desconectar el motor del compresor. Es el que se usa con más frecuencia. El termostato mantiene

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V *si considera verdadera la afirmación, o la letra* F *si la considera falsa.*

1. Los calefactores de un congelador evitan la transpiración del gabinete.	F	V
2. Los calefactores derriten la congelación del evaporador.	F	V
3. El calefactor eléctrico del tipo de inmersión se puede emplear en cualquier tipo de evaporador.	F	V
4. El calefactor perimétrico trabaja en periodos cortos de tiempo.	F	V
5. El compensador de ambiente, en un refrigerador, se encuentra en el compartimento para los alimentos frescos.	F	V

Respuestas

1. V 2. V 3. F (Exige un evaporador especial.) 4. F (Trabaja todo el tiempo.) 5. V

el gabinete a la temperatura deseada. No es deseable que el compresor funcione todo el tiempo. Si así fuera, podrían suceder dos cosas. El evaporador se enfriaría excesivamente. O el compresor se sobrecalentaría.

La temperatura baja que se desea se ajusta previamente. Cuando la unidad alcanza esta temperatura, el control desconecta el motor. La temperatura alta deseada también está ajustada previamente. Cuando la unidad llega a esa temperatura, el control conecta el motor.

La mayoría de las unidades domésticas trabajan del 35 al 40 por ciento del tiempo. Gran parte de las veces funcionan de 5 a 10 minutos. Después se desconectan y permanecen de 10 a 20 minutos sin trabajar. La generalidad de los fabricantes diseñan sus unidades para trabajar de 8 a 14 horas por cada 24 horas. Pero existen muchos factores que afectan esta proporción. Por ejemplo, cuanto más caliente esté la habitación donde se halle la unidad, más largo será el periodo de funcionamiento de ésta. Las unidades libres de congelación pueden trabajar durante más tiempo o más frecuentemente. Esto se debe a que la descongelación produce más calor. La unidad tiene que compensar esto enfriando durante más tiempo.

El usuario puede ajustar el termostato del control. La gama de temperaturas a que se puede ajustar es, la mayoría de las veces, de 35 grados Fahrenheit a 45 grados Fahrenheit (2 °C a 7 °C). La Figura 43-8 (A) ilustra un termostato de control de temperatura. El termostato se puede encontrar en el lado del recubrimiento del refrigerador. Se halla detrás del deflector de aire.

Este tipo de dispositivo usa un bulbo sensor. Depende de la presión del vapor. El

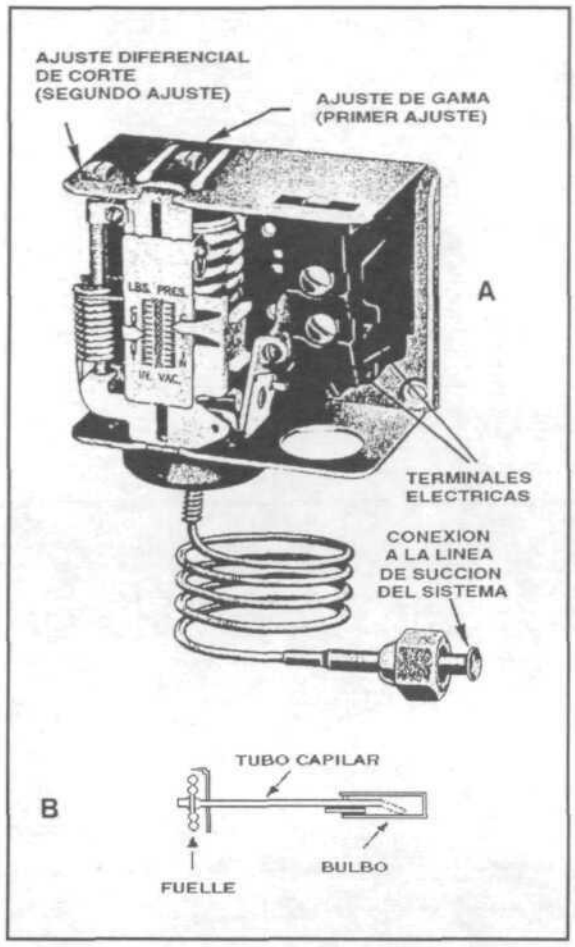


Fig. 43-8. Caja de control termostático (A). Vista del interior del bulbo sensor *(B).*

bulbo está lleno de un líquido que se evapora a baja temperatura. Después se coloca el bulbo en contacto con el evaporador. Se puede conectar a la línea de succión. Un fuelle flexible controla el interruptor del termostato. La Figura 43-8 (B) ilustra el bulbo y el dispositivo de fuelle.

Note el tubo capilar. Conecta el bulbo y el fuelle. Cuando el líquido del bulbo se transforma en gas, se expande. Viaja por el tubo capilar y mueve el fuelle. Esto desconecta el motor.

Expliquémoslo de otro modo. El evaporador comienza a calentarse. Cuando alcanza una alta temperatura predeterminada, el vapor contenido en el bulbo se dilata. Por dilatación del vapor se entiende el aumento de volumen dentro del espacio que lo contiene. El vapor viaja por el tubo capilar y llena el fuelle, haciéndolo expandirse. Se cierra el interruptor y arranca el motor. El evaporador comienza a enfriar. Cuando alcanza una baja temperatura previamente determinada, el vapor del tubo capilar se contrae. Esto significa que se reduce su volumen en el espacio que lo contiene. El vapor se condensa nuevamente en el bulbo, haciendo que se contraiga el fuelle. Se abre el interruptor y se desconecta el motor.

Si la unidad cuenta con un circuito electrónico de estado sólido, el control será del tipo de termistor. Un termistor es un dispositivo que conduce electricidad basado en el calor. Cuando aumenta la temperatura fluye menos electricidad. Cuando disminuye la temperatura, fluye más electricidad. Dentro de poco describiremos un relevador de estado sólido.

El control de tipo bimetálico para motor es el que se usa más frecuentemente en los acondicionadores de aire. Pero algunas veces se emplea en los refrigeradores y congeladores domésticos. Se construye con dos metales diferentes soldados entre sí. Uno de ellos es cobre. El otro es hierro. Cuando aumenta la temperatura, el cobre se dilata más que el hierro. Cuando baja la temperatura, el cobre se contrae en mayor proporción que el hierro. Por lo tanto, cuando cambia la temperatura la tira bimetálica se flexiona y se estira. Esta acción abre y cierra un interruptor. Este controla la operación del motor del compresor.

Los controles para los motores de los congeladores horizontales y verticales son iguales. Simplemente abarcan una gama de temperatura más baja. La mayoría de las veces, esta gama va desde 5 a -30 grados Fahrenheit (-15 a -34 °C), aproximadamente.

Relevadores

En los circuitos eléctricos de las unidades domésticas se emplean muchos tipos de relevadores. Un relevador es un dispositivo de control. Entra en operación mediante cierta

condición en el circuito. Entonces, afecta alguna otra parte, como un interruptor, en el mismo circuito o en algún otro. Esto quedará más claro cuando expliquemos los tipos de relevadores.

En los refrigeradores y congeladores domésticos se utilizan tres tipos de relevadores:

- de corriente
- de alambre caliente
- de estado sólido

Estos relevadores se usan con los compresores herméticos. Es lo que emplean los refrigeradores y congeladores domésticos. Los relevadores ponen en marcha el compresor. Sé encuentran en el exterior de la unidad hermética. Estarán unidos a las terminales del compresor o cerca de ellas.

Un relevador de corriente es un dispositivo electromagnético. La bobina del relevador se conecta en serie con el devanado del motor. Cuando se cierra el termostato de control, los devanados de arranque y marcha del motor reciben corriente. Con esto arranca el motor y alcanza su velocidad de marcha. En poco tiempo existe suficiente voltaje para mantener fluyendo la corriente a través de la bobina. Entonces, la bobina atrae una armadura. Esto abre los contactos y deja fuera del circuito el devanado de arranque. El motor sigue trabajando. Cuando se abre el termostato de control, se interrumpe la alimentación de energía al motor. La armadura del relevador cierra los contactos de arranque. El motor se detiene. Está listo para iniciar un nuevo ciclo cuando se cierren una vez más los contactos de control del termostato. Como puede ver, este método permite que el motor arranque y se detenga con suavidad.

El relevador de alambre caliente es una forma de relevador de corriente. Pero no usa una bobina electromagnética. Un alambre caliente es un alambre de resistencia. Se calienta porque opone una resistencia al flujo de la corriente que lo atraviesa. El alambre está diseñado para percibir el calor que se produce por el paso de la corriente eléctrica. Se usa con un termostato bimetálico de control. La corriente que fluye por el alambre caliente hace aumentar la temperatura del control bimetálico. En esta clase de sistema de relevador hay dos juegos de contactos. Uno de éstos se cierra para poner en operación el motor. El otro juego lo mantiene en marcha. La Figura 43-9 muestra el relevador en la posición de arranque y en la posición de marcha.

Cuando el motor está funcionando, la corriente fluye por ambos juegos de contactos. La corriente que circula por el alambre caliente hacia los contactos de marcha hace que se flexione la tira bimetálica. Esta se dobla hasta que abre los contactos de arranque. Los contactos de marcha permanecen cerrados. El motor se mantiene funcionando. A medida que el alambre caliente adquiere más temperatura, el calor flexiona más la tira bimetálica. Con esto se abren los contactos de marcha y el motor deja de funcionar. No volverá a trabajar hasta que la tira bimetálica no se enfríe lo suficiente para cerrar ambos contactos. Estos se cierran al mismo instante y el motor se pone en marcha nuevamente. Esta clase de relevador no necesita dispositivo de sobrecarga. Más adelante en esta lección conocerá lo relacionado con los relevadores de sobrecarga.

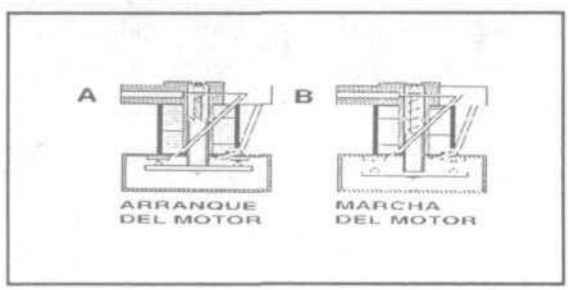


Fig. 43-9. Posición de arranque *(A)*. Posición de marcha *(B)*.

El relevador de arranque de estado sólido usa un dispositivo de cerámica. Se regula a sí mismo. Tan pronto como arranca el compresor, aumenta la resistencia eléctrica. Esto permite que el devanado de arranque ponga en marcha lentamente el motor. Este dispositivo trabaja de la manera siguiente. El relevador está conectado al circuito del motor. El material de cerámica se encuentra entre la línea y la terminal de arranque del compresor. Cuando empieza a funcionar el compresor, la corriente llega al motor y a su relevador de arranque. Cuando la energía eléctrica pasa por el relevador, el material de cerámica se calienta. Se resiste al flujo de la corriente y desconecta el relevador de arranque. Esto toma aproximadamente 0.35 de segundo. El motor se mantiene funcionando hasta que se desconecta la corriente del circuito. Después de desconectar la energía, la cerámica necesita unos cuantos segundos para enfriarse. Entonces queda lista para el siguiente ciclo de arranque.

Termostato terminal de descongelación

El termostato descongelador es un simple dispositivo. Es un disco bimetálico. Trabaja como un termostato bimetálico de control de temperatura. El disco aplica presión contra un pasador de transferencia. Esto mantiene abiertos los contactos. Cuando se enfria el evaporador, el disco se dobla o se deforma. Esto empuja el pasador de transferencia hacia un lado. Se cierran los contactos. Es la operación normal. Pero durante un ciclo de descongelación, el evaporador se calienta. Al calentarse, el disco se endereza. Esto hace regresar el pasador y se abren los contactos. Se interrumpe la descongelación. Los contactos están cerrados la mayor parte del tiempo. Sólo están abiertos en la última parte del ciclo de descongelación y, aproximadamente, durante los 10 minutos siguientes.

Los termostatos descongeladores se usan con los evaporadores del tipo de aletas. Se montan en el extremo del evaporador. Algunas unidades necesitan dos termostatos terminales. Estos se conectan en paralelo entre sí. Mantienen conectado el calefactor el tiempo suficiente para descongelar por completo la unidad.

Interruptor de la luz

El interruptor de la luz se encuentra en el revestimiento desviador lateral en la parte de las bisagras de la puerta del gabinete de los alimentos frescos. Si el congelador cuenta con una lámpara, se hallará en el revestimiento desviador de la puerta del mismo. Todos los interruptores son unipolares, de tiro sencillo, de tipo émbolo.

Algunas unidades poseen hasta cinco interruptores en las puertas. Puede haber tres interruptores para luces y dos para ventiladores. Los de las luces se cierran cuando la puerta está cerrada. Las luces estarán apagadas. Los interruptores de los ventiladores están abiertos cuando la puerta está cerrada. Los ventiladores estarán funcionando.

Interruptor para ventilador y lámpara

El ventilador hace circular el aire frío del evaporador hasta el gabinete de los alimentos frescos. Se encuentra en el compartimento

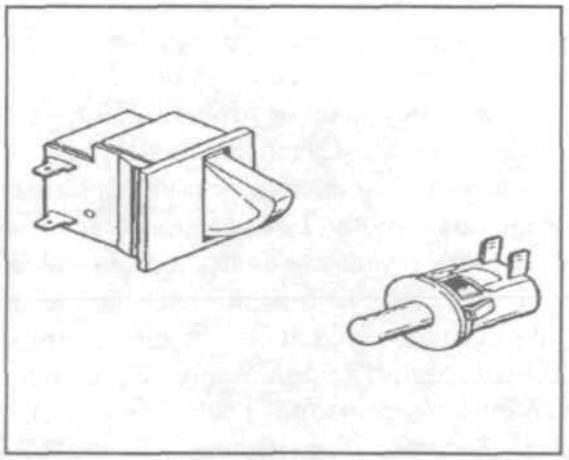


Fig. 43-10. Interruptores para las luces del congelador y el compartimento de alimentos frescos.

del congelador. Búsquelo detrás del ducto de aire del gabinete de los alimentos frescos, exactamente arriba del evaporador. Algunos interruptores controlan la luz y el ventilador. Cuando usted abre la puerta, el interruptor enciende la luz y desconecta el ventilador. Cuando cierra la puerta, el interruptor conecta nuevamente el ventilador y apaga la luz.

Control de tiempo de descongelación

Este dispositivo pone en marcha un ciclo de descongelación en un refrigerador o congelador doméstico. Hace que los ciclos de descongelación comiencen en periodos predeterminados de tiempo. En la industria se usan muchos tipos de controladores de tiempo. Siga las instrucciones del fabricante cuando deba cambiar un controlador de tiempo. Los controladores de tiempo para descongelación se encuentran con más frecuencia detrás de la placa de protección de la unidad. Si no se halla en este lugar, busque debajo de la unidad.

Los controladores de tiempo para descongelación se activan por medio de motores que funcionan durante todo el tiempo que la unidad esté conectada. Consulte la Figura 43-11. Ilustra un circuito descongelador.

Cuando está trabajando el compresor, su potencia pasa por el circuito del controlador de tiempo para descongelación. Trabaja en el punto 1 y se desconecta en el punto 2. Cuando el motor del controlador de tiempo ha funcionado durante el periodo correcto de tiempo, el interruptor cambia del punto 2 al punto 3. Con esto se detiene el motor del compresor y comienza a funcionar el dispositivo de descongelación. Después que ha transcurrido el ciclo de descongelación, el interruptor regresa al punto 2 y se pone en marcha el motor del compresor. Por supuesto, la corriente pasa primero por el relevador de arranque.

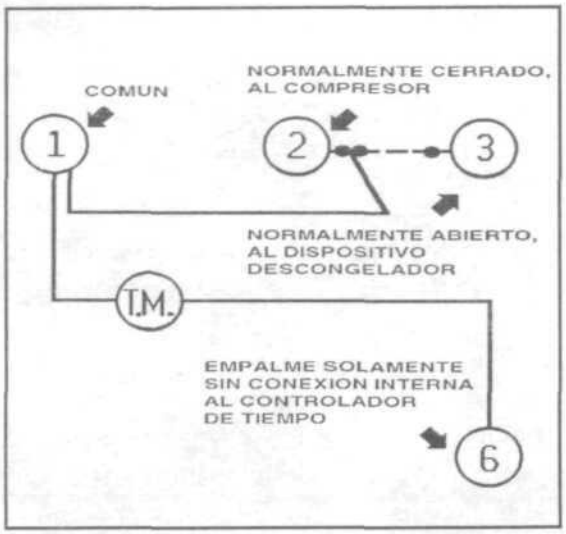


Fig. 43-11. Un circuito de control de tiempo para descongelación se conecta al compresor mediante los puntos 1 y 2.

Sobrecarga

Casi todos los relevadores de arranque poseen algún tipo de protección contra sobrecargas. Esto tiene el propósito de proteger al relevador contra una descarga de corriente eléctrica. El tipo más común de dispositivo contra sobrecargas es un control bimetálico. Se conecta en serie con la alimentación de energía. Una unidad calefactora de resistencia también está conectada en serie con dicha alimentación. Se coloca junto al control bimetálico. Esta unidad se calentará si se sobrecarga el motor. El control bimetálico reacciona con el calor y se flexiona. Los puntos del extremo de la tira bimetálica se abren y se detiene el motor. No volverá a operar hasta que se enfríe la tira bimetálica. Esta no se enfriará hasta que se enfríe la unidad de resistencia.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Control que sirve para conectar y desconectar el motor del compresor. _____ a. control de tipo bimetálico para motor.
2. Tipo de termostato que se usa más frecuentemente en los acondicionadores de aire. _____ b. termostato terminal de descongelación.
3. Dispositivo electromagnético de control. _____ c. termostato.
4. Termostato descongelador formado por un disco bimetálico. _____ d. control de tiempo de descongelación.
5. Dispositivo que pone en marcha un ciclo de descongelación en un refrigerador o congelador doméstico. _____ e. relevador.

Respuestas

1. c, 2. a, 3. e, 4. b, 5. d

Partes para la descongelación por electricidad, gas caliente y ciclo de reposo

Hasta aquí hemos dedicado nuestras explicaciones a los controles eléctricos. Muchos de éstos forman parte de un sistema eléctrico para descongelación. En esta sección compararemos las partes para descongelación por electricidad, por gas caliente y de ciclo de reposo. Primero repasemos lo que usted conoce acerca de las partes para la descongelación eléctrica.

Partes para descongelación eléctrica

Un sistema descongelador por electricidad consta de las partes que se enumeran a continuación:

- controlador de tiempo activado por motor
- calefactor descongelador
- termostato terminal
- calefactor de canal de descarga

Ya hemos descrito cada una de estas partes. El controlador de tiempo pone en marcha el ciclo de descongelación. También determina la duración del tiempo de reposo del compresor.

El controlador de tiempo conecta y desconecta el calefactor. Este también se puede desconectar mediante un termostato terminal.

El termostato terminal se conecta en serie solamente con el calefactor descongelador.

Desconecta este calefactor cuando la temperatura del aire que rodea el evaporador llega a un valor de entre 45 y 50 °F (entre 7 y 10 °C).

Nunca deje fuera del circuito el termostato terminal cuando conecte o repare un circuito de descongelación. Si lo hiciera, el calefactor permanecería conectado durante todo el tiempo del ciclo de descongelación. Este puede producir suficiente calor como para dañar la unidad.

El calefactor de canal de descarga mantiene caliente y libre de escarcha el conducto de descarga. Permanece conectado durante todo el ciclo de descongelación. El agua seguirá avenándose después de que el termostato haya desconectado el calefactor. Por lo tanto, el canal de descarga se debe mantener libre hasta que termine el ciclo. En la Figura 43-5 se puede ver un ejemplo de un sistema eléctrico de descongelación. Consulte nuevamente esa figura para ver cada una de estas partes.

Partes del sistema de descongelación por gas caliente

En esta clase de sistema, un controlador de tiempo envía el vapor refrigerante caliente a través del evaporador, para descongelarlo. La Figura 43-12 ilustra un sistema de descongelación por gas caliente.

En el circuito del refrigerante hay dos válvulas solenoide. Usted estudió este tipo de válvulas en una lección anterior. Estas válvulas le indican al sistema cuándo debe enfriar o cuándo debe descongelar. En el ciclo de refrigeración se abre la válvula número 1. La válvula número 2 estará cerrada. En el ciclo de descongelación, se abre la válvula número 2 y se cierra la válvula número 1. Esto quiere decir que el refrigerante líquido no puede fluir hasta el evaporador. En vez de esto, el vapor refrigerante comprimido y caliente fluye por la válvula número 2. Entra en el evaporador y lo descongela. El gas caliente pasa a través del evaporador. Después circula por el acumulador y entra en la línea de succión. Enseguida entra en el lado de succión del compresor hermético. Recoge algo de calor en el compresor. Continúa desarrollando su ciclo hasta que un bulbo sensor da por terminado el ciclo de descongelación.

A continuación se indican las partes que componen un sistema de descongelación por gas caliente:

- válvulas solenoide
- controlador de tiempo

Usted ya conoce cómo trabajan las válvulas solenoide. Un sistema de gas caliente puede usar alguno de los dos controladores de tiempo que se conocen. Puede emplear un controlador de tiempo activado por motor. En este caso, el ciclo de descongelación se ha ajustado previamente. El controlador de tiempo impulsado por motor conecta el ciclo y lo desconecta nuevamente. Trabaja exactamente como el controlador de tiempo del sistema eléctrico de descongelación.

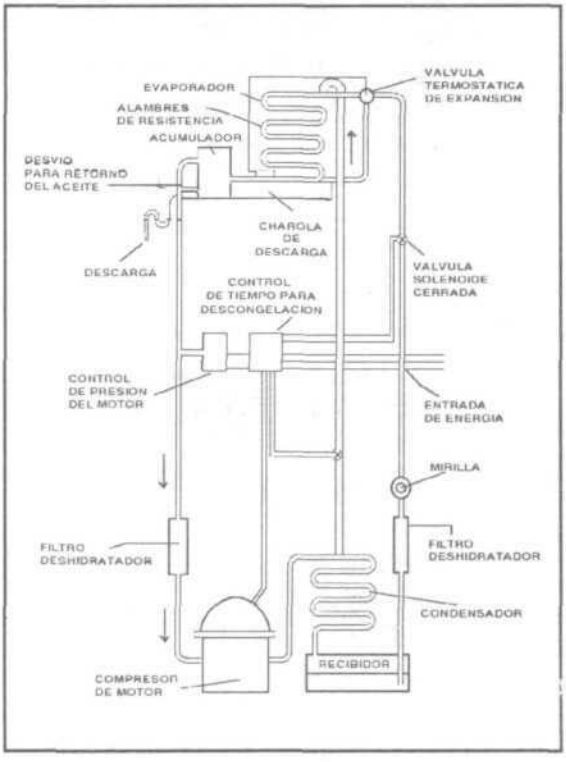


Fig. 43-12. Un sistema de descongelación por gas caliente usa el vapor refrigerante caliente para eliminar la escarcha y el hielo.

Un sistema descongelador por gas caliente puede usar un controlador de tiempo del tipo de trinquete. Cada vez que se abre la puerta del congelador, avanza el controlador de tiempo. Cuando la puerta se ha abierto con suficiente frecuencia, se pone en marcha el ciclo de descongelación. El ciclo se interrumpe mediante un bulbo sensor remoto. El bulbo percibe la temperatura del evaporador. Una vez que está bastante caliente para asegurar una descongelación completa, el bulbo sensor interrumpe el ciclo de descongelación. Entonces, se inicia de nuevo el ciclo de refrigeración.

Partes del sistema de descongelación de ciclo de reposo

Este sistema se emplea en los refrigeradores con ciclos de descongelación. Este es el tipo que usa dos evaporadores. Uno de ellos constituye el congelador. El otro es para el gabinete de los alimentos frescos. La Figura 43-13 ilustra las partes selladas de una unidad de ciclo de descongelación.

El congelador se debe descongelar a mano. Pero el evaporador del compartimento de los alimentos frescos se descongela solo. Esto lo hace cuando se detiene el compresor. En otras palabras, se descongela durante el ciclo de reposo de la unidad. Las partes componentes de este sistema de descongelación se enumeran a continuación.

- calefactor descongelador
- control de temperatura de gama amplia

El control de temperatura de gama amplia se instala en el gabinete para los alimentos frescos. Es un termostato que conecta y desconecta el compresor. Está fijado al evaporador del compartimento de los alimentos frescos. Su diseño tiene una característica de conexión constante. Cuando usted baja el ajuste del termostato, conecta el compresor. Con esto ha bajado la temperatura de corte.

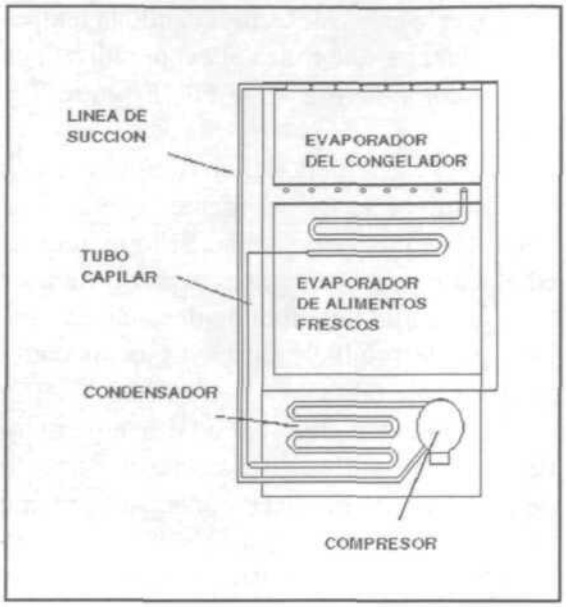


Fig. 43-13. Un refrigerador de ciclo de descongelación posee un congelador completamente separado.

Es decir, cuando el gabinete llegue a la temperatura más baja, el compresor se desconecta. El gabinete estará más frío que antes. Pero el termostato tiene un valor predeterminado de temperatura para conectar el compresor. Siempre lo conectará cuando el gabinete alcance la temperatura de conexión. La mayoría de las veces se ajusta a 37 °F (3 °C). Esta temperatura es suficientemente alta para descongelar el evaporador.

Trabaja de la manera siguiente. El gabinete alcanza el valor ajustado de temperatura fría. El compresor se desconecta y se conecta el calefactor descongelador. Cuando el evaporador llega a 37 °F (2.75 °C), se desconecta el calefactor. Entonces se conecta el compresor. Por lo tanto, en cada ciclo de reposo se descongela la unidad. De aquí, su nombre.

El ciclo de refrigeración

Repasemos el ciclo básico de refrigeración. Después lo compararemos con el ciclo de refrigeración de un refrigerador de tipo común.

Las partes del ciclo básico de refrigeración son las siguientes:

- compresor
- condensador
- dispositivo de control de flujo
- evaporador
- líneas de enfriamiento
- refrigerante

El compresor es el corazón del sistema. Bombea el refrigerante a través del sistema. El compresor impulsa el refrigerante caliente hasta el condensador. El condensador extrae calor del refrigerante. El gas se condensa y se transforma en un líquido. Entonces, el refrigerante entra en la línea de líquido. Pasa por el dispositivo de control de flujo. Este dispositivo controla el refrigerante que entra al evaporador. Aquí se reduce la presión. El refrigerante líquido absorbe calor de la sustancia que debe enfriar. El refrigerante hierve y se evapora al absorber este calor. Después, este gas refrigerante caliente entra a la línea de succión y de allí al compresor. Aquí comienza nuevamente su ciclo.

A continuación se enumeran las partes que componen un refrigerador de tipo común:

- compresor
- condensador
- filtro deshidratador para la línea de líquido
- tubo capilar
- evaporador
- acumulador
- líneas de refrigerante
- refrigerante

¿Falta alguna de las partes del sistema básico en esta lista? No. ¿Cuáles partes no integran el sistema básico? Dos partes no integran el sistema básico. Estas son el filtro deshidratador de la línea de líquido y el acumulador.

El compresor bombea el refrigerante a través del sistema. Impulsa el refrigerante caliente hasta el condensador. El condensador extrae calor del refrigerante y lo condensa en forma de líquido. Después, se impulsa el refrigerante hacia la línea de líquido. Pasa por el filtro deshidratador. Este elimina toda la humedad y materias extrañas que pueden moverse junto con el refrigerante. Entonces, el refrigerante seco y limpio pasa por el dispositivo de control de flujo. En muchas unidades este dispositivo será un tubo capi-

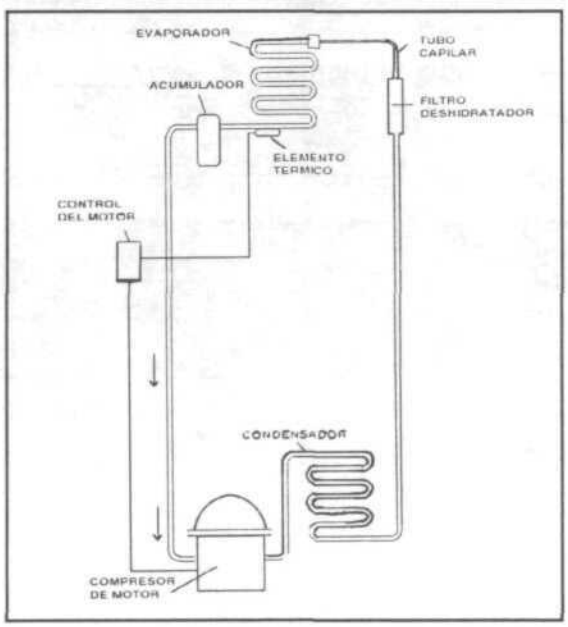


Fig. 43-14. El ciclo de enfriamiento básico de un refrigerador típico.

lar. Pero también puede ser alguna de las válvulas de expansión que estudió en la lección correspondiente. Este dispositivo controla el refrigerante que entra al evaporador. Aquí se reduce la presión. El refrigerante líquido absorbe calor. Este calor lo toma de los alimentos contenidos en el congelador y en el gabinete de los alimentos frescos. El refrigerante hierve y se evapora cuando absorbe este calor. Después, este gas refrigerante caliente pasa a través del acumulador. Aquí se retiene todo el refrigerante que permanezca en estado líquido, hasta que se pueda evaporar. El gas refrigerante se impulsa hasta la línea de succión. Después se introduce en el compresor para comenzar un nuevo ciclo.

Para cada tipo de sistema de refrigeración, el ciclo difiere ligeramente del ciclo básico. Asimismo, cada tipo es distinto del otro. En una lección posterior verá cómo se diferencian las unidades de acondicionamiento de aire. Y en otra estudiará las unidades comerciales.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

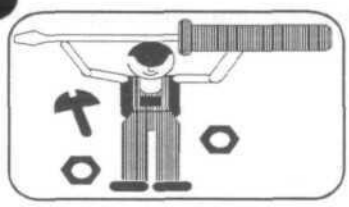
1. El calefactor de canal de descarga mantiene_____y libre de escarcha el conducto de descarga.
2. Un sistema descongelador por gas caliente puede usar un controlador de tiempo del tipo de _____.
3. El control de temperatura de escala amplia se instala en el_____de los alimentos frescos.
4. El compresor impulsa el_____caliente hacia el condensador.
5. El condensador extrae calor del refrigerante y lo condensa en forma de_____.

Respuestas

1. caliente 2. trinquete 3. gabinete 4. refrigerante 5. líquido

Resumen

Al terminar esta lección sabrá usted los problemas más comunes que va a encontrar en el desempeño de su profesión: instalación deficiente del refrigerador, puerta desajustada, empaque dañado, revestimiento divisor desgastado o dañado, insuficiente circulación de aire, descongelación inadecuada, problemas de descarga de agua descongelada, deficiencias de las partes eléctricas... También conocerá cómo solucionarlos. Por ejemplo, no dejará la unidad al sol, y dejará un espacio libre en torno a la misma. Habrá aprendido asimismo todos los sistemas de descongelación, y la relación que cada sistema tiene con el tipo de unidad. Las unidades sin congelación, de tipo lado a lado y verticales,en su mayoría cuentan con descongelación automática. Sabrá asimismo que el sistema de refrigeración utiliza una serie de calefactores, por raro que parezca. Y conocerá igualmente los distintos tipos de calefactores y sus principales características: calefactores descongeladores, de canal de descarga, perimétricos, etc. Los refrigeradores domésticos utilizan además muchas clases de controles eléctricos: termostatos para controlar la temperatura, relevadores, termostatos terminales de descongelación, interruptores, controles de tiempo de descongelación y controles de sobrecarga. Usted ya sabe cómo funcionan, y también su ubicación en el aparato. Sabe asimismo las partes de que constan los sistemas de descongelación por electricidad, gas caliente y ciclo de reposo, y la manera en que operan. Habrá aprendido también todo lo relativo al ciclo básico de refrigeración, y lo habrá comparado con el ciclo de refrigeración de una unidad de tipo común. ¡Felicidades por sus avances en este curso!



Tareas prácticas

Ajuste de la puerta de un refrigerador

Materiales que usted necesitará

- Un refrigerador de tipo doméstico
- Un calibrador de hojas
- Un desarmador Phillips (cruz)

Información previa

Uno de los problemas más comunes de los refrigeradores del tipo doméstico es la fuga que se presenta en la junta ahulada de la puerta del gabinete. Esto impide que la unidad alcance el nivel de eficiencia deseado y determina un tiempo de trabajo mayor al necesario para alcanzar la temperatura que se busca.

Antes de realizar revisiones más complejas para encontrar el origen de las fallas previamente mencionadas, es conveniente comenzar por lo más sencillo: revisar la junta de la puerta del gabinete del refrigerador y ver si esta desajustada.

Lo que usted deberá hacer

Hará la revisión práctica de la junta de la puerta del gabinete de su refrigerador a través del método claramente explicado en ésta lección.

Procedimiento

1. Abra la puerta de su refrigerador aproximadamente hasta la mitad de su recorrido, y observe la resistencia que opone al ser abierta.
2. Déjela en esa posición alrededor de 15 segundos.
3. Transcurrido ese tiempo, ciérrela y enseguida vuelva a abrirla observando nuevamente el grado de resistencia que opone.
4. Si usted nota que la segunda vez la puerta ofrece menos resistencia que la primera, entonces seguramente la junta o empaque de la puerta está desajustado.
5. Con la puerta cerrada introduzca una hoja de calibrador de hojas de 0.003 de pulgada (0.08 mm.) de grueso entre la junta y el cuerpo del refrigerador. Hágalo en diferentes puntos, cubriendo todo el perímetro (alrededor).
6. Si nota que la hoja no recibe oposición alguna para moverse libremente, o si el calibrador llega a caerse por su propio peso, entonces es evidente que hay que ajustar el empaque.
7. Usando un desarmador Phillips (cruz) retire los tornillos que fijan el empaque al refrigerador.
8. Ajuste adecuadamente el empaque y vuelva a montarlo en el refrigerador colocando nuevamente todos los tornillos. Si le es posible, mejor reemplace la junta por una nueva.
9. Repita el procedimiento a partir del paso 1.

Nota: Si advierte cualquier rajadura o cuarteadura en el empaque, mejor proceda a cambiarlo desde el principio.

Conclusiones

Para un técnico de servicio, es mucho mejor saber dar los "primeros auxilios" a un equipo que lo requiere que realizar una "operación de transplante". Esta seguramente alargaría la duración y el costo de la reparación; y si no fuera totalmente necesaria (de lo que el cliente se dará cuenta tarde o temprano), ocasionaría además desprestigio al técnico, llevándole a perder clientes y dinero.

y después... ¿qué sigue?

¿Para qué sirven los sopletes de haluro? ¿Qué tipos hay de detectores electrónicos de fugas? ¿Qué indica un sonido silbante en la salida del tubo capilar? ¿Qué ocurre cuando el condensador se ensucia? ¿Cuáles son los síntomas de insuficiencia de refrigerante? ¿Cuáles son las señales de que un compresor tenga válvulas defectuosas? ¿Qué significa que el wattaje del compresor sea más alto que el normal? ¿Qué pasos deben seguirse para limpiar un sistema que se ha quemado? ¿Qué herramientas son precisas para probar la eficiencia del compresor?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. Un refrigerador doméstico no se debe colocar en ningún lugar donde la temperatura baje de

a. 16°C.
b. 20°C.
c. 8°C.
d. 10°C.

2. Para ajustar la puerta de un refrigerador se debe usar un calibrador de hojas de plástico de

a. 0.3"
b. 0.03"
c. 0.003"
d. 3.0"

3. El desarrollo de humedad en las paredes del gabinete se llama

a. evaporación.
b. transpiración.
c. condensación.
d. solidificación.

4. El evaporador que está constituido por un tubo dentro de otro se llama evaporador de

a. anaqueles.
b. aletas.
c. gabinete.
d. doble tubo.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES

Calificación

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección **L443**

5. El tipo de calefactor que impide el desarrollo de humedad alrededor de las puertas y entre éstas es

a. calefactor de ducto de aire.
b. calefactor descongelador.
c. calefactor para larguero.
d. calefactor perimétrico.

6. La mayoría de los fabricantes diseñan sus unidades para trabajar de 8 a

a. 14hrs.
b. 20 hrs.
c. 12 hrs.
d. 24 hrs.

7. Cuando se cierra el termostato de control, los devanados de arranque del motor reciben

a. voltaje.
b. corriente.
c. potencia.
d. resistencia.

8. El relevador de arranque de estado sólido usa un dispositivo de

a. bronce.
b. cobre.
c. plástico.
d. cerámica.

9. El termostato terminal se conecta en serie solamente con el calefactor

a. perimétrico.
b. de ducto de aire.
c. descongelador.
d. de tubo de llenado.

10. El dispositivo de control de flujo controla el refrigerante que entra al

a. compresor.
b. condensador.
c. acumulador.
d. evaporador.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

¿ Cuál es el temple de su carácter?

La habilidad con que el acero resiste golpes y sobrecargas nos demuestra su calidad y temple. Una hoja de metal de pobre aleación es mellada con facilidad, pero el acero más fino resiste triunfante las pruebas más duras.

Nuestro carácter es también calificado por la manera como tomamos los reveses de la fortuna o los golpes de las dificultades. El pusilánime se deja llevar por el desaliento y pronto admite derrota; el fuerte, soporta con resignación los contratiempos y refuerza su decisión para salvar con éxito los obstáculos.

Ralph Hemphill

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. Tipos de detectores de fugas....4
3. Señales de una fuga de refrigerante....7
4. Fallas mecánicas del sistema....10
5. Válvulas del compresor defectuosas....13
6. Tubos capilares obstruidos....14
7. Sistemas sobrecargados....16
8. Limpieza de un sistema que se ha quemado....16
9. Evacuación y carga de sistemas....20
10. Cómo probar la eficiencia del compresor....25
11. Resumen....26
12. Tareas prácticas....26
13. Examen....29

Servicio a refrigeradores domésticos
(Primera parte)

L444 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Tipos de detectores de fugas, 4
- Cómo hallar fugas con una solución jabonosa, 4
- Cómo hallar fugas con un detector de haluro, 4
- Cómo hallar fugas con un detector electrónico, 6

Señales de una fuga de refrigerante, 7
- Capacidad reducida de enfriamiento, 7
- Claro sonido silbante en la salida del tubo capilar, 8
- Patrón irregular de la escarcha del evaporador, 8
- Bajo consumo de potencia eléctrica, 8
- Manchas de aceite, 9

Fallas mecánicas del sistema, **10**
- Componentes del sistema sellado, **10**
  - Compresor, **10**
  - Evaporador, **11**
  - Condensador, **11**
  - Tubo capilar, **11**
  - Líneas del refrigerante, **12**
  - Filtro-desecador de la línea del líquido, **12**
- Carga del refrigerante, 12
- Obstrucciones, **13**

Válvulas del compresor defectuosas, **13**

Tubos capilares obstruidos, **14**

Sistemas sobrecargados, **16**

Limpieza de un sistema que se ha quemado, **16**

Evacuación y carga de sistemas, 20
- Evacuación y carga con una válvula de servicio en el lado de baja, 20
- Evacuación y carga con una válvula de servicio en el lado de alta, 22

Cómo probar la eficiencia del compresor, 25

Resumen, 26

Tareas prácticas:
- Verificación de válvulas del compresor defectuosas, 26

Examen, 29

Introducción

En esta lección usted podrá conocer algunos de los aspectos básicos del servicio de mantenimiento que se proporciona a los refrigeradores domésticos. Estudiaremos los términos y algunas de las herramientas que se emplean para este trabajo. Le daremos a conocer algunos de los problemas más comunes y, de manera especial, los que presenta el compresor. Le indicaremos cómo realizar la limpieza de un sistema en el cual se ha quemado el motor eléctrico. Veremos en detalle el tubo capilar y aprenderá la forma de determinar con rapidez si éste está obstruido. Estudiará la manera de reconocer si un sistema está sobrecargado. Aprenderá a realizar algunos de los procedimientos más comunes.

Conocerá usted algunos fundamentos de la localización y reparación de fallas. La investigación de éstas es una forma de encontrar muy rápidamente las causas de los problemas. Es un modo de organizar lo que sabe sobre sistemas de refrigeración. Le permite ver los síntomas de los problemas y sus posibles causas.

Como de costumbre, para un mejor aprovechamiento de su lección, le recomendamos que la estudie con sumo cuidado, y que no dude en volver a leer cuantas veces sea necesario aquello que no haya entendido bien.

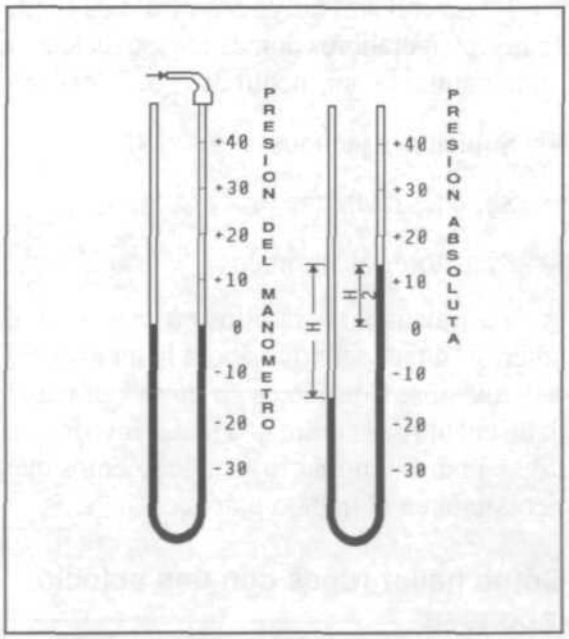
Definiciones y descripciones

Hay algunos términos, con los que a lo mejor aún no se ha tropezado, que están relacionados con el servicio técnico a domicilio. Para ser un buen técnico es necesario ser preciso con las palabras. Por lo que, otra vez, estamos incluyendo una lista de términos especiales, junto con una explicación de cada uno de ellos.

ACIDO *(acidic).* Si el refrigerante o el aceite se vuelve corrosivo es ácido. Un refrigerante o aceite ácido corroerá el metal en un sistema. La humedad puede volver acida una mezcla de aceite y refrigerante. También la quema de un compresor. Como técnico de servicio, debe saber cuándo el aceite está sucio. Cuando saque aceite de un sistema, examínelo. Si está descolorido es que está sucio. Deberá colocar en el sistema nuevos filtros-desecadores. El aceite sucio de un sistema hermético puede ser ácido. Si lo es, le quemará las manos. Deberá cambiar el aceite. Mantenga siempre bien sellado el aceite refrigerante. Si se le expone al aire, va a absorber humedad.

CONTAMINACIÓN *(contamination).* Es la presencia de materias extrañas. Algunas veces una materia extraña en un sistema de refrigeración puede alterar el refrigerante. Los refrigerantes, en contacto con agua, pueden volverse ácidos. El agua también puede originar sedimentos en el compresor. Otras sustancias extrañas, como suciedad o rebabas metálicas, pueden obstruir un sistema.

MANÓMETRO DE MERCURIO *(mercury manometer).* Es un dispositivo para medir la presión de gran exactitud. Se coloca mercurio en un tubo en forma de U. Cuando



Fígura 44-1. El manómetro de mercurio se utiliza para medir la presión.

ambos extremos del tubo están abiertos al aire, el nivel del mercurio en ambos será el mismo. Cuando se conecta un extremo a una fuga de aire, mide la presión de dicho aire.

En la Figura 44-1, el manómetro de la izquierda está en reposo. Se está aplicando presión al manómetro de la derecha. Se monta una escala en uno de los tubos. Su punto cero está al nivel del mercurio.

VÁLVULAS DE COMPRESOR *(compressor valves).* Son válvulas de tipo de lengüeta y están dentro del compresor. Permiten entrar en el compresor el gas refrigerante de baja presión. Descargan del compresor el gas refrigerante de alta presión. Puede observar que su nombre proviene de su función. La válvula de succión permite entrar al gas refrigerante de baja presión. La válvula de descarga empuja afuera el gas refrigerante comprimido.

Tipos de detectores de fugas

En los sistemas de refrigeración, la mayoría de las fugas que se presentan son muy pequeñas. Debido a ello, los detectores de fugas por lo general son muy sensibles. Las fugas en los refrigeradores domésticos se localizan principalmente por medio de:

Soluciones jabonosas

Sopletes de haluro

Detectores electrónicos

Ya tratamos sobre ellos en una lección anterior, de manera que ahora haremos sólo una revisión. Confiamos en que ya se habrá dado cuenta de la utilidad de estas revisiones. Le ayudan a dominar los conocimientos que necesitará en el trabajo práctico.

Cómo hallar fugas con una solución jabonosa

Con una brocha, extienda una mezcla espesa de agua y jabón en el lugar en que se sospecha que hay una fuga. En caso de que haya una fuga, el jabón hará burbujas, provocadas por el escape del gas. La Figura 44-2 muestra esta situación.

También se puede comprar una solución preparada, para extenderla o rociarla en el lugar de la fuga. En la soluciones preparadas no se utiliza jabón, sino otra sustancia que hace burbujas. Estas burbujas son más fuertes, por lo que no se rompen fácilmente. Además, duran más tiempo. Después de que termine de hacer la prueba, quite el jabón o la solución que haya usado.

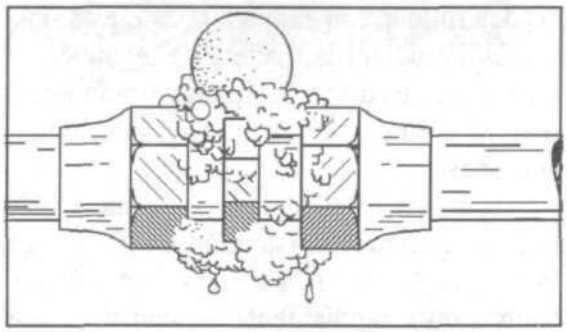


Figura 44-2. Cuando se usa una solución jabonosa, las burbujas indican dónde se encuentra la fuga.

El método de la solución jabonosa se puede utilizar con cualquier refrigerante. Pero no funciona bien en los sistemas a alta presión. La presión destruye las burbujas antes de que uno pueda verlas.

Cómo hallar fugas con un detector de haluro

El soplete de haluro y el detector electrónico se utilizan sólo para los refrigerantes de haluro. Los refrigerantes de haluro son los únicos que se utilizan en los sistemas domésticos de refrigeración. Constituyen una manera mejor que la solución jabonosa de hallar fugas. Detecta cantidades muy pequeñas, hasta 20 ppm de gas refrigerante. El detector de haluro se compone de las piezas siguientes:

Una válvula

Un quemador

Un cilindro con combustible de propano o butano

Una manguera exploradora

La manguera exploradora absorbe aire y lo dirige hacia la flama. Con que el aire contenga un poco de refrigerante, bastará para que la flama cambie de color. Cuando el refrigerante pasa por la flama, se produce un veneno llamado gas fosgeno. En estas circunstancias siempre se debe llevar una máscara protectora bien ajustada. Puede suceder que la manguera absorba vapores de combustible, polvo y otras materias que al entrar en contacto con la flama causen una explosión o un incendio. De modo que antes de encender un detector de haluro debe uno fijarse en lo que hay alrededor. En el exterior, es casi imposible trabajar con un soplete de haluro.

Antes de encender el aparato, compruebe que esté limpio. Apriete todas las conexiones y arme el detector de acuerdo con las indicaciones del caso. Asegúrese de que esté cerrada la válvula interruptora que va montada en el mango del soplete. Abra la válvula del tanque y hágala girar un cuarto de vuelta. Luego, ajuste el regulador a 10 libras por pulgada cuadrada (0.703 kg/cm^2).

Ahora, compruebe que el aparato no tenga fugas. Ponga una gruesa solución jabonosa en estas partes del detector:

El regulador

La conexión de la manguera con el mango

La conexión de la manguera con el regulador

La conexión del regulador o el adaptador

Si el vastago de la válvula tiene una fuga, por lo regular es fácil arreglarla. Con una llave, apriete la tuerca del empaque. Si no le es posible arreglar la fuga, póngale una señal al tanque y sáquelo al exterior en un lugar seguro. Después, devuélvalo al proveedor. Haga la prueba con otro tanque.

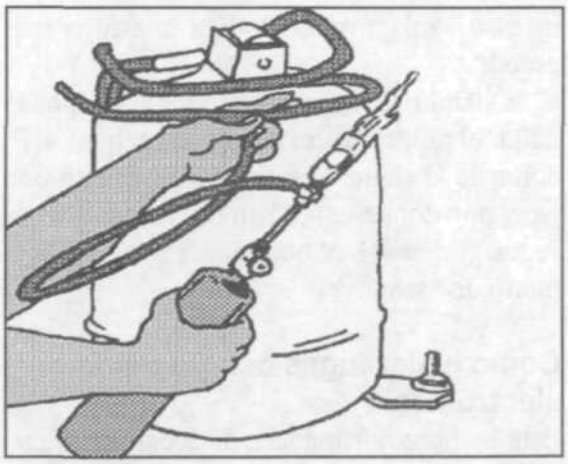


Figura 44-3. Así es como se deben buscar las fugas con un detector de haluro.

Si no tiene fugas, abra la válvula interruptora que va en el mango del soplete. Con un cerillo o una vela, encienda el gas y ajuste el soplete hasta lograr una flama estable. Ahora ya está listo para buscar las fugas. La Figura 44-3 muestra un soplete de haluro.

Pase la manguera de succión por todos los puntos en los que pudiera haber una fuga. Fíjese si cambia el color de la flama. Si el soplete con el que está trabajando tiene alas a cada lado de la abertura del escudo, vea si ocurre alguno de estos cambios:

El exterior de la flama se pone amarillo o amarillo con anaranjado. Indica una fuga pequeña.

La parte inferior de la flama se pone de un azul claro brillante y la parte superior de un intenso azul púrpura. Indica una fuga más grande.

Si el soplete no lleva alas a los lados del escudo, fíjese si ocurren estos cambios:

El exterior de la flama se pone de un brillante azul verdoso. Indica una fuga pequeña

La parte inferior de la flama se pone de un azul brillante y la parte superior de un

intenso azul púrpura. Indica una fuga más grande.

Cuando la fuga es pequeña, se puede hallar el punto exacto donde se encuentra. El color de la flama desaparece en cuanto uno pasa por donde está la fuga. Tratándose de fugas grandes, hay que juzgar dónde está el punto de escape.

Cómo hallar fugas con un detector electrónico

Esta es la mejor manera de localizar fugas, porque el detector electrónico es el más sensible. ¡Detecta fugas sumamente pequeñas, incluso de media onza de líquido refrigerante por año! Asimismo, es el tipo de detector más popular y muy seguro. Puede usarse en el exterior cuando la cantidad de viento es normal. Este tipo de detector tiene únicamente dos desventajas: (1) su costo de adquisición es mayor que el de los otros dos tipos, y (2) no se puede usar cuando el refrigerante es amoniaco. Sin embargo, ahorra dinero porque halla las fugas pequeñas en muy poco tiempo. Y el refrigerante de los refrigeradores domésticos no es el amoniaco. De manera que si usted se hace técnico en servicio doméstico, probablemente éste es el detector que más le conviene. A continuación se enumeran los tres tipos de detectores electrónicos:

De origen iónico

De resistencia térmica o termistor

Dieléctrico

El detector de origen iónico utiliza un elemento ionizador. Si el dispositivo percibe que hay refrigerante, hace un ruido o enciende una luz intermitente, o hace ambas cosas. El de resistencia térmica percibe los cambios de temperatura. La temperatura del sistema cambia en el punto en que ocurre una fuga. El detector percibe el cambio. Al igual que el tipo anterior, hace un ruido o enciende y apaga una luz.

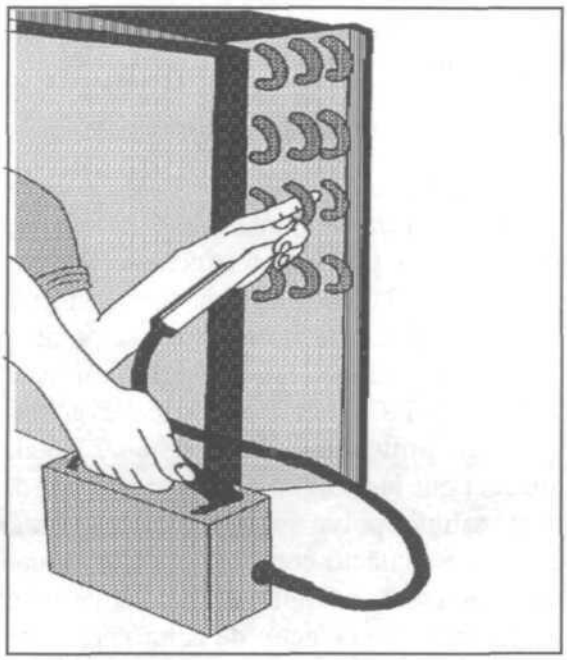


Figura 44-4. Cómo se usa un detector electrónico.

El detector dieléctrico es el más popular, así como el más sensible. Mide el equilibrio que tiene el aire. Para usar este aparato, hay que poner en funcionamiento la pistola y ajustaría de acuerdo con lo indicado en el manual del propietario. Luego se pasa la sonda por los puntos en que se piensa que hay una fuga. Si hay una fuga, el aparato emite un sonido o enciende una luz, o hace ambas cosas. La Figura 44-4 muestra un detector electrónico.

Cuando use ese dispositivo, ponga la punta de la sonda debajo de la posible fuga. El líquido refrigerante es más pesado que el aire, de manera que se desliza hacia abajo. Mueva la punta alrededor de 2.5 cm (una pulgada) por segundo. Diga "una milésima" y vuelva a mover la punta otros 2.5 cm (1").

Este dispositivo usa la energía de unas baterías de linterna. La sonda, o pistola, está protegida por un casquillo de plástico. Antes de usarla, quítele el casquillo y límpiela. Cuando se atasca con basuritas y pelusilla no funciona bien.

Ahora ya sabe usted cómo hallar las fugas. En la sección que sigue trataremos sobre cuándo hay que buscar una fuga.

Señales de una fuga de refrigerante

Cuando esté en una visita de servicio, antes que otra cosa hable con la dueña del refrigerador. Es posible que le diga algo que indique la existencia de una fuga. Por ejemplo, tal vez se queje de que el aparato ya no enfría tan bien como antes. Este problema puede tener muchas causas. Todos los problemas comunes que estudiamos en las lecciones anteriores pueden causar una reducción del enfriamiento. Vamos a pasarles revista rápidamente.

- Instalación inadecuada
- Puerta que necesita ajuste
- Empaque gastado o dañado
- Revestimiento divisor gastado o dañado
- Insuficiente circulación del aire
- Descongelación inadecuada
- Problemas de eliminación para deshacerse del agua de la descongelación
- Piezas eléctricas que no trabajan como debieran

Si ninguno de estos problemas comunes es el causante, es posible que haya una fuga. Observe y escuche con atención. Hay otras cosas que pueden ser señales de una fuga, como, por ejemplo:

- Capacidad reducida de enfriamiento
- Claro sonido silbante en la salida del tubo capilar
- Patrón irregular de la escarcha del evaporador
- Bajo consumo de potencia eléctrica
- Manchas de aceite

Cualquiera de estas señales es una buena indicación de que hay una fuga. Si descubre más de una señal, habrá todavía más posibilidades de que haya una fuga. Sin embargo, investigue primero los problemas comunes. Seguramente no querrá dedicar mucho tiempo a la búsqueda de una fuga y luego acabar por reemplazar el empaque de la puerta.

Capacidad reducida de enfriamiento

Si la dueña se queja de que el refrigerador está muy caliente, es posible que tenga una fuga. El gabinete para los aumentos frescos puede estar muy caliente, el congelador puede estar muy caliente, o tal vez los dos tengan esa falla. Pero antes de dar por sentado que hay una fuga, hay otras cosas que le convendría revisar.

Pregúntele a la dueña con qué frecuencia se abre la puerta. Si se abre con frecuencia, puede reducirse el efecto de enfriamiento.

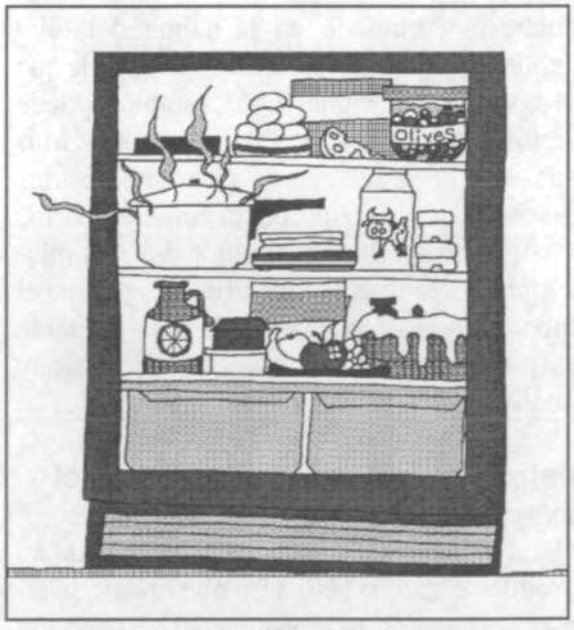


Figura 44-5. Si se ponen demasiadas cosas en el compartimento de los alimentos, se impide que circule el aire fresco.

Asegúrese de que la dueña no haya puesto en el refrigerador alimentos tibios o calientes. Vea cómo están colocados los alimentos en las charolas. Compruebe que las charolas no estén sobrecargadas, y que los diversos alimentos no obstruyan el flujo del aire en el gabinete. Cualquiera de estas cosas podría originar el problema, o parte del problema. Así que no se detenga.

Pruebe el sello de la puerta. Cerciórese de que la luz interior se apaga cuando se cierra la puerta. Fíjese atentamente al cerrar la puerta. La luz debería apagarse antes de que la puerta esté totalmente cerrada. Se puede ver fácilmente. Revise el control del flujo del aire. Tal vez sea necesario ajustarlo. Revise el control de la temperatura. Quizá esté en una posición de mucho calor. Pruebe el ventilador del congelador y la válvula de succión del compresor. En caso de que todas estas cosas estén bien, lo más probable es que haya una fuga.

Claro sonido silbante en la salida del tubo capilar

Para probar esto, necesitará sus oídos. Escuche con cuidado en la salida del tubo capilar. Si escucha un chiflido, es posible que el sistema tenga una fuga. También puede significar que hay un tubo obstruido. Más adelante en esta lección estudiaremos los tubos obstruidos. Aprenderá cómo probarlos y cómo limpiarlos. Y aprenderá a reemplazarlos en caso necesario. Primero, pruebe el tubo. Si no está obstruido, lo más probable es que el sonido silbante sea señal de que hay una fuga.

Patrón irregular de la escarcha del evaporador

¿Esto puede serle útil para un sistema que no produce escarcha? No. ¿En qué upo de sistemas se puede buscar esta señal? Bueno, en refrigeradores de una sola puerta y en los que tienen ciclo de deshielo. Revise el congelador. Si algunas partes están libres de escarcha, es posible que el refrigerador tenga una fuga. Esta es una señal que verá con frecuencia, junto con una queja de que ha disminuido la capacidad de enfriamiento. De manera que antes de empezar a buscar una fuga, haga las pruebas mencionadas.

Bajo consumo de potencia eléctrica

Para esta prueba se necesita un wattímetro. Si el sistema tiene poco refrigerante, el motor necesita menos energía que de costumbre. Necesitará menos energía, porque hay menos refrigerante que bombear por el sistema. Un wattímetro mide los watts que consume un motor eléctrico. Para ello, se conecta en serie con el motor.

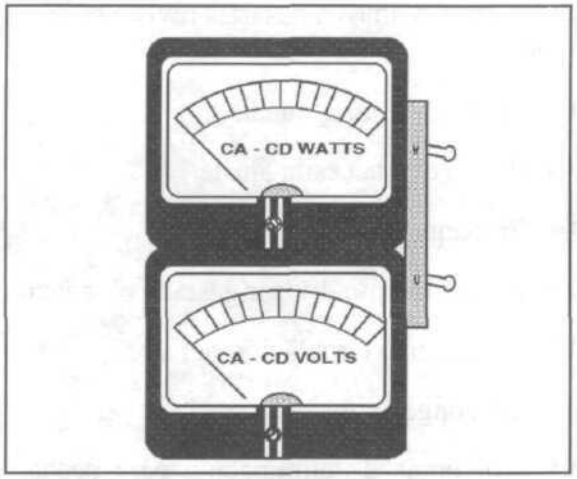


Figura 44-6. La combinación de un wattímetro con un voltímetro es frecuente.

Conecte el wattímetro en una toma de corriente, y luego conéctelo al compresor. Lea el wattímetro. Si el motor consume menos watts que los que debería, tal vez haya una fuga. O tal vez el técnico reparó la fuga pero se olvidó de cargar el sistema. El wattaje normal se muestra en la placa de datos del refrigerador. Si no, aparecerá en el diagrama del tendido eléctrico que viene con la unidad. No cargue el sistema sin antes haber investigado si tiene fugas.

Manchas de aceite

Cuando revise un refrigerador en busca de los problemas comunes, es posible que note algunas manchas de aceite. A veces indican la existencia de una fuga. Cuando el líquido refrigerante se escapa, el aceite que llevaba se queda en el lugar de la fuga. A menudo, las fugas del evaporador se revelan de esta manera. Sin embargo, no hay que confiar en ello. Lo mejor es hacer las pruebas del caso con un detector de fugas.

Si decide usted que es preciso hacer unas pruebas para localizar una fuga, utilice el procedimiento para pruebas de fugas. Como ya sabe, es un procedimiento sencillo que estudiamos en una lección anterior.

Para la revisión, primero limpie los puertos de carga y vea si hay indicios de aceite. Los puertos de carga son las válvulas por las que se le agrega refrigerante al sistema. En caso de que vea aceite, pruebe el puerto con un detector de fugas.

Si no hay aceite, coloque los manómetros de presión. Si la presión es de 25 libras por pulgada cuadrada (1.76 kg/cm2) o más, puede seguir adelante con la prueba, pues el sistema tiene la presión necesaria para que lo pruebe de esta manera.

La presión del lado de baja debe ser tan alta como sea posible. Ponga el control de la temperatura en apagado. Caliente el evaporador. Ponga unas bandejas de agua caliente en contacto con el evaporador. En caso de que esté trabajando en un refrigerador que no produce escarcha, ponga el control en deshielo.

Si la presión es menor de 25 libras, cargue el sistema, hasta que el manómetro indique una presión de por lo menos 25 libras.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. En relación con los dispositivos existentes para detectar fugas, el soporte de haluro y el detector_____se utilizan sólo para los refrigerantes de haluro.

2. La mejor manera de localizar fugas es el detector electrónico ya que es el más_____. Puede detectar fugas incluso de media onza de refrigerante por año.

3. Los tres tipos de detectores electrónicos que se encuentran en el mercado son el de origen iónico, el de resistencia térmica y el_____.

4. La existencia probable de fuga en un refrigerador doméstico se puede manifestar por: capacidad reducida de enfriamiento, sonido silabante en la salida del tubo capilar, patrón irregular de la escarcha del evaporador,_____o fugas de aceite.

5. Una de las señales de existencia de fuga en un refrigerador doméstico se manifiesta con la aparición de manchas de aceite en el_____.

Respuestas

1. electrónico 2. sensible 3. dieléctrico 4. bajo consumo de electricidad 5. evaporador

Antes de probar el refrigerador, asegúrese de que haya estado desconectado durante 10 minutos por lo menos.

Pruebe todas las líneas y válvulas con un detector de fugas. Si encuentra una fuga, repárela. Después, vacíe el sistema e instale un nuevo filtro-desecador. Vuelva a cargar el sistema con el líquido refrigerante apropiado.

Ahora ya sabe usted cuáles son las señales de una fuga. Sabe cómo preparar el sistema para hacer las pruebas para localizar fugas. Sabe cómo buscar las fugas. También sabe que las fugas no son las únicas causas de los problemas que puede tener un sistema. En la siguiente sección, aprenderá acerca de las causas mecánicas de los problemas del sistema.

Fallas mecánicas del sistema

Si un sistema tiene una falla, no trabaja. Puede suceder que ni siquiera se encienda, o que no se apague. Tal vez funcione, pero no enfría los aumentos. Cuando un sistema no trabaje, conviene buscar las causas en cualquiera de estas tres áreas:

Componentes del sistema sellado

Carga del refrigerante

Obstrucciones

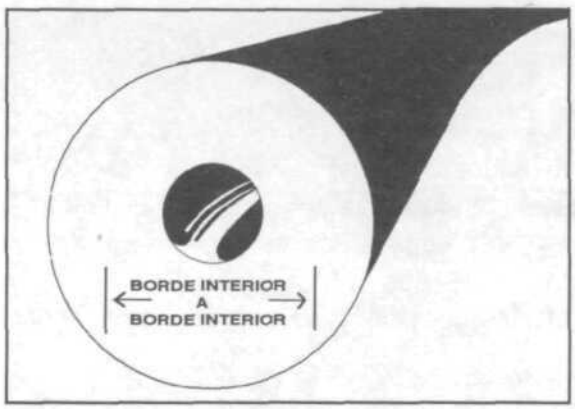


Figura 44-7. Cuando falla el tubo capilar u otro componente de un sistema sellado, ni éste ni el refrigerador funcionan.

Los componentes del sistema sellado pueden descomponerse. Cuando suceda esto, el sistema no funcionará o funcionará en forma indebida. Si la carga del refrigerante es insuficiente, el aparato no enfriará como es debido. Es raro que haya una carga de refrigerante excesiva, pero llega a ocurrir. En tales casos, causa problemas. Cuando el flujo del refrigerante se encuentra con obstrucciones, puede cesar, ya sea total o parcialmente. Claro está que si el refrigerante no fluye en forma debida, el sistema no podrá enfriar bien.

Componentes del sistema sellado

En una lección anterior estudiamos las partes selladas del sistema. En esta sección, nos concentraremos en las partes selladas que se enumeran abajo:

El compresor

El evaporador

El condensador

El tubo capilar

Las líneas del refrigerante

El filtro-desecador de la línea del líquido

Cualquiera de estas piezas puede fallar o tener problemas. Las fallas y los problemas de una de las piezas pueden causar dificultades en otras de las partes selladas. Por ejemplo, si una de las líneas del refrigerante tiene una fuga, el refrigerante del aceite no podrá enfriarlo. El evaporador tampoco podrá enfriar debidamente.

Ahora le diremos algunas de las cosas que pueden fallar en cada una de estas partes. Algunas las veremos de manera más detallada en esta lección, sólo que más adelante.

Compresor. El compresor se puede romper, cualquiera de sus válvulas puede romperse. Si sucede esto, el refrigerador no funcionará. Habrá que reemplazar el compresor. La

válvula de admisión puede estar defectuosa, en cuyo caso el compartimento de los alimentos frescos se pondrá muy caliente. Será necesario reemplazar el compresor. Use un cordón de prueba. Asegúrese que el compresor esté conectado a tierra. Si no está, conéctelo. Si no es posible resolver el problema, reemplace el compresor. Si éste se encuentra atorado, es posible que esté sobrecalentado. Tal vez tenga que reemplazarlo. En la siguiente sección trataremos sobre los problemas de las válvulas de los compresores.

Evaporador. El hielo puede obstruir los evaporadores de aletas. El refrigerador no podrá enfriar los alimentos. Cuando ocurra esto, revise el termostato del calentador de descongelamiento. Si no es ese el problema, compruebe el contador de tiempo del descongelador. En caso de que los dos aparatos estén funcionando bien, compruebe el calentador de descongelamiento.

Hay veces en que el compartimento del congelador está muy frío. Tal vez se deba a que el regulador del frío no está debidamente conectado con el evaporador. Posiblemente tenga que cambiar la posición de la abrazadera, o que apretarla más. Si el regulador del frío está roto, habrá que reemplazarlo. Algunas veces, el refrigerador funciona de manera continua, pero su temperatura es normal. Vea si hay una acumulación de hielo en el evaporador. Revise los empaques de las puertas y, en caso necesario, reemplácelos.

Figura 44-8. En realidad, el evaporador no es el causante de esta acumulación de hielo. Son los calentadores los que están defectuosos.

El mismo problema se puede presentar cuando el bulbo sensible no está en contacto con el evaporador. Inspecciónelo. Si esto es lo que sucede, póngalo en contacto con la superficie del evaporador. El refrigerador también funciona todo el tiempo cuando el hielo se acumula en el aislante. Pero su temperatura será muy caliente. Para arreglar esto, es necesario quitar las bandas de asiento. Luego, apague el refrigerador y haga que el hielo se derrita. Deje que se seque el aislante. Después, selle todas las fugas y uniones y vuelva a armar el aparato.

Compruebe el calentador del perímetro y el del larguero divisorio. Pruebe el empaque. A veces, el aceite obstruye el evaporador. Si sucede esto, ponga unas bandejas con agua caliente en el congelador y deje que el refrigerador funcione durante ocho horas. Al cabo de este tiempo, el aceite volverá al compresor.

Condensador. Los condensadores se pueden ensuciar, la basura puede obstruir sus ductos. Cuando esto sucede, el refrigerador se pone muy caliente. Hay que limpiar el condensador y los ductos. ¿Por qué se calentará el refrigerador? Porque el refrigerante que fluye por el sistema es insuficiente y buena parte de él se queda en el receptor. Si el condensador tiene una fuga, es necesario repararla. De no ser posible, se debe reemplazar el condensador.

Tubo capilar. Si el congelador se calienta más y más con el paso del tiempo, es posible que la cera haya obstruido el tubo capilar. Como usted sabe, todos los aceites tienen algo de cera. El aceite refrigerante contiene

muy poca. Si se separa del aceite, la cera obstruye el tubo. Con el tiempo se acumula, y reduce u obstruye el tubo. En una sección posterior veremos algo más acerca de los tubos capilares.

Líneas del refrigerante. Las líneas del refrigerante pueden romperse y pueden enroscarse. Pueden tener fugas. En tal caso, el sistema no tendrá el suficiente refrigerante. Trataremos sobre esto en unos minutos. Siempre que repare una fuga o reemplace una línea, asegúrese de cambiar el filtro-desecador de la línea del líquido.

Filtro-desecador de la línea del líquido. Cuando un congelador funciona y luego se calienta, quiere decir que el refrigerante tiene humedad. En caso de que la línea del líquido no tenga un filtro-desecador, póngale uno. Si ya lo tiene, reemplácelo. Con algunos tipos de filtros-desecadores, se tiene que reemplazar toda la unidad. Tratándose de otros tipos, basta con limpiar los filtros y reemplazar el desecador.

Carga del refrigerante

Cualquier cambio en la carga del refrigerante afecta la presión de succión. Es raro que haya sobrecargas. Estas son por lo general resultado de un mal servicio. Si al refrigerador que usted está viendo nunca se le ha dado servicio, lo más probable es que el problema se deba no a una sobrecarga de refrigerante, sino a otra cosa. En una sección posterior hablaremos sobre este problema.

Es mucho más probable que haya una carga insuficiente. Lo más frecuente es que sea causada por una fuga, aunque también puede deberse a un servicio inadecuado. Lo primero que ocurre es que aumenta la temperatura de los alimentos. Algunos refrigeradores producirán algo de escarcha. Cuando la insuficiencia sea mucha, el refrigerador no producirá ninguna escarcha En algunos modelos, los alimentos congelados estarán calientes y los alimentos frescos estarán muy fríos.

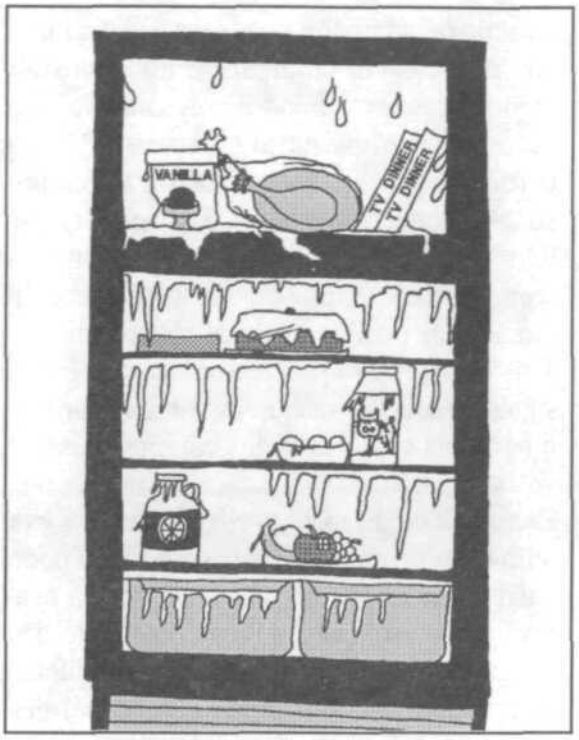


Figura 44-9. Cuando el refrigerante es insuficiente, los alimentos congelados estarán muy calientes y los alimentos frescos muy fríos.

Si no hay suficiente refrigerante, el compresor tiende a funcionar todo el tiempo. Esto se debe a que el termostato no llega a enfriarse lo necesario para desconectar el compresor. Cuando esto sucede, se escucha una especie de silbido en el evaporador. El tubo capilar no tiene todo el volumen de líquido refrigerante que requiere para dosificar al evaporador.

A continuación se enumeran los síntomas de la insuficiencia de refrigerante:

- Un aumento en la temperatura de los alimentos almacenados
- El compresor funciona más tiempo del acostumbrado o todo el tiempo
- Manchas de aceite en el piso, procedentes de una línea del refrigerante que está rota o rajada
- Goteo de aceite del tornillo de carga

Wattaje inferior a lo normal

Un compresor que se siente caliente

Un condensador cuya temperatura es cercana a la temperatura ambiente

El compresor se siente caliente porque funciona casi todo el tiempo. El condensador está más frío de lo que debiera porque no está trabajando mucho. Se está condensando menos refrigerante del debido.

La fuga pudiera encontrarse en el lado de alta presión del sistema. En tal caso, ambos manómetros mostrarían lecturas inferiores a las normales.

Pudiera ser que la fuga se encontrara en el lado de baja presión. En tal caso, el manómetro de la presión de succión mostraría una lectura más baja que la normal. La razón de esto es que el aire que se recibe a través de la fuga es comprimido en el compresor. El aire se queda en el lado de alta presión. El aire y el refrigerante no se mezclan.

Obstrucciones

Las obstrucciones pueden ser totales. Naturalmente, una obstrucción total detiene el flujo del refrigerante, por lo que no habrá ningún enfriamiento. Una obstrucción parcial reduce el flujo del refrigerante, lo cual disminuye el efecto de enfriamiento. Cuánto lo disminuya, dependerá de las dimensiones de la obstrucción.

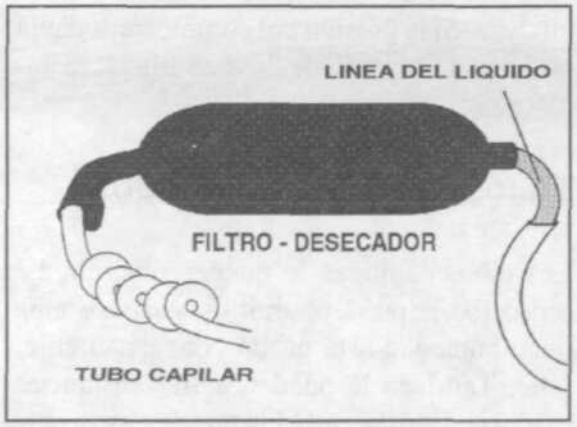


Figura 44-10. Estos son los lugares donde es más común que haya obstrucciones.

Los lugares en donde son más frecuentes las obstrucciones son el dispositivo de control de flujo y el tubo capilar. Cuando una línea del refrigerante se enrosca, provoca una obstrucción. Por lo tanto, hay que examinar cuidadosamente todo el sistema de líneas. Los técnicos experimentados palpan las líneas, además. Si la obstrucción es únicamente parcial, también se puede sentir. La temperatura cambia en el punto de la obstrucción. En ocasiones, donde hay una obstrucción se produce una acumulación de escarcha o humedad.

Si una línea se ha enroscado, hay que reemplazarla junto con el filtro-desecador. Esto es algo que se debe hacer siempre que se reemplace una línea. En caso de que el tubo capilar esté obstruido, es necesario limpiarlo o reemplazarlo. Más adelante veremos cómo se hace. También en este caso, se debe reemplazar el filtro-desecador de la línea del líquido. O si el filtro-desecador está obstruido, hay que reemplazarlo.

Válvulas del compresor defectuosas

Si las válvulas del compresor comienzan a fallar, será necesario reemplazar el compresor. Pero antes de hacerlo, cerciórese de que realmente el compresor esté defectuoso, pues es una de las piezas más costosas del sistema. A continuación se enumeran las señales de que un compresor tiene válvulas defectuosas:

Menor consumo de corriente

Menor capacidad de refrigeración

Presión de succión más alta que la normal

Presión de descarga más baja que la normal

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Dispositivo del sistema de un refrigerador doméstico que manifiesta operación irregular si se daña cualquiera de sus válvulas. _____

2. Dispositivo que presenta operación irregular cuando el termostato no opera adecuadamente. _____

3. Dispositivo del sistema que, cuando se encuentra sucio, ocasiona que el refrigerador se ponga muy caliente. _____

4. Dispositivo que, cuando se obstruye por la cera que contiene el aceite lubricante, origina que el congelador se caliente cada vez más. _____

5. Dispositivo auxiliar del sistema que elimina la humedad para evitar que el congelador se caliente y empiece a funcionar mal. _____

a. tubo capilar

b. condensador

c. compresor

d. filtro-desecador

e. evaporador

Respuestas

1. c 2. e 3. b 4. a 5. d

Como usted sabe por lo que ha leído hasta ahora, estos síntomas de problemas pueden deberse a alguna otra pieza. Por ejemplo, una simple fuga puede causarlos todos. Antes que otra cosa, pruebe todas las otras causas probables. Luego, y antes de reemplazar el compresor, haga una última cosa: corte la línea de succión y suéldela para cerrarla un poco adelante de donde está la válvula de servicio del lado de baja presión. Luego, haga funcionar el compresor durante unos cuantos minutos. Si la succión tiene un vacío de 26 a 28 libras (de 11.9 a 12.8 kg), el compresor está bien. De no ser así, agregúele como seis onzas (170 gramos) de aceite de 525 grados de viscosidad. Haga la prueba otra vez. Si la presión del compresor todavía no llega a un vacío de 26 a 28 libras, reemplácelo.

Tubos capilares obstruidos

Los tubos capilares se pueden obstruir. La cera del aceite puede obstruirlos, y si el sistema tiene humedad ésta puede congelarse en el tubo. También le pueden entrar sustancias extrañas. Es más probable que se obstruya el filtro-desecador de la línea del líquido y no el tubo capilar. De modo que revíselo primero.

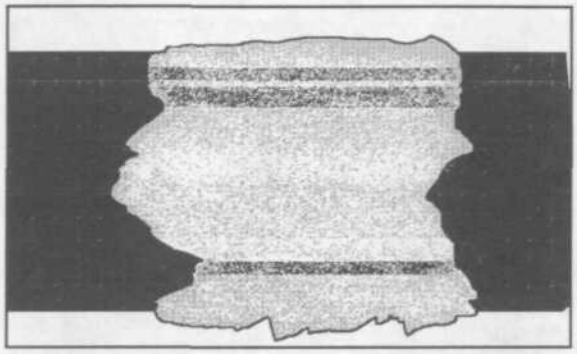


Figura 44-11. El escarchado parcial del tubo capilar es serial de una obstrucción parcial.

A veces se puede determinar rápidamente si el filtro está obstruido. Basta con palparlo. La entrada y la salida del filtro-desecador tendrán temperaturas diferentes. En tal caso, lo mejor es quitarlo y examinarlo. Si le quita el tubo capilar, será necesario que lo reemplace.

También en este caso existen señales que puede usted buscar para saber si hay algún problema con el tubo capilar. El tubo puede estar totalmente obstruido, o sólo parcialmente.

Obstrucción parcial

- Silbido intermitente en la salida del tubo
- Evaporador parcialmente escarchado
- Escarcha en el tubo capilar
- Presión normal en el lado de alta presión
- Presión menor que la normal en el lado de baja presión
- índice de igualación de la presión más lento que el normal, cuando el sistema se desconecta

Obstrucción total

- Ausencia de silbido en la salida del tubo
- Ausencia de escarcha en el evaporador
- Bajo wattaje en el compresor
- Presión menor que la normal en el lado de alta presión
- El lado de baja tendrá vacío
- Presiones que no se igualan cuando el sistema se desconecta

Será necesario limpiar o reemplazar el tubo capilar obstruido. Para limpiarlo, hay que quitarlo. Es aconsejable dejar que la obstrucción se quede en el tubo, porque si lo atraviesa y se introduce en el sistema, podría obstruir una válvula. O podría volver a aparecer y obstruir el tubo nuevo o recién limpiado. Para que la obstrucción se quede en el tubo, rellene éste con hielo seco. Luego, sáquelo.

Esta es la manera de quitar los tubos capilares. Primero, póngase sus anteojos y guantes protectores. Desconecte el sistema y sáquele el agua. (En una sección posterior aprenderá a hacerlo). Afloje las uniones soldadas que retienen el tubo en la línea del líquido. Abra las uniones y quite el tubo.

Enderece el tubo y con una lima plana hágale una marca como a 2.5 cm (1 plg) del

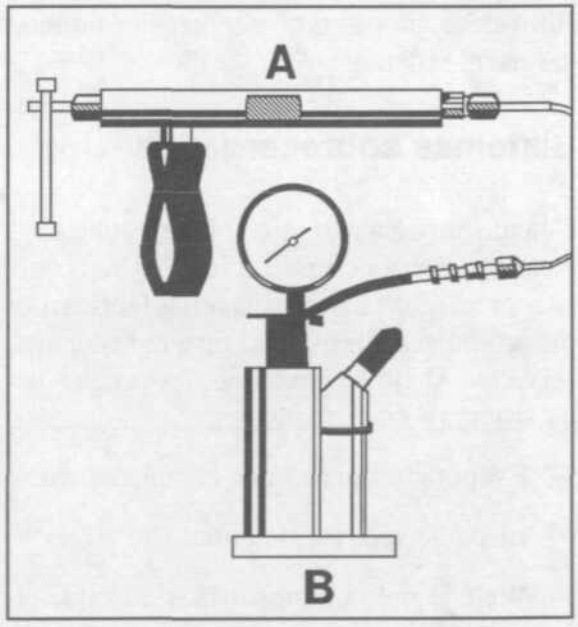


Figura 44-12. Limpiadores de tubos.
Limpiador manual de tubos capilares (A).
Limpiador hidráulico de tubos capilares (B).

extremo delantero. Con unas pinzas, rómpalo por el lugar en que lo marcó. Así es como se deben cortar siempre los tubos capilares. Haciéndolo de esta manera, el diámetro interno no se reduce. Corte un pedazo de diez centímetros de un tubo de cobre de 0.635 cm (1/4 de pulgada). Ensanche uno de los extremos del tubo de cobre y póngale una tuerca de campana. Con una tela de lija, frote y pula el tubo capilar. Introduzca el tubo capilar en el tubo de cobre. Póngalo en el extremo opuesto a aquel en que puso la tuerca de campana. Apriete el tubo de cobre y, con una aleación de plata, suéldelo al tubo capilar. Coloque el limpiador sobre la tuerca de campana.

Hay dos tipos de limpiadores de tubos, uno manual y el otro hidráulico.

El limpiador hidráulico se debe manejar con cuidado, porque si se usa mucha presión el tubo se puede dañar. Fuerce aceite a través del tubo. Quite el limpiador. Suelde el tubo limpio a la línea de succión. Utilice soldadura 50-50. Introduzca el extremo de salida del tubo capilar en la entrada del evaporador. Con una aleación de plata, suelde el filtro-desecador al tubo capilar. Por último, cargue el sistema.

Sistemas sobrecargados

Cuando un sistema se encuentra sobrecargado, no trabaja como debiera. Es raro que se sobrecarguen los sistemas en la fábrica. Lo más común es que esto sea resultado del mal servicio. Abajo se enumeran las señales de un sistema sobrecargado:

Evaporador escarchado completamente

Línea de succión escarchada

Wattaje del compresor más alto que el normal

Presión de caída superior a la normal

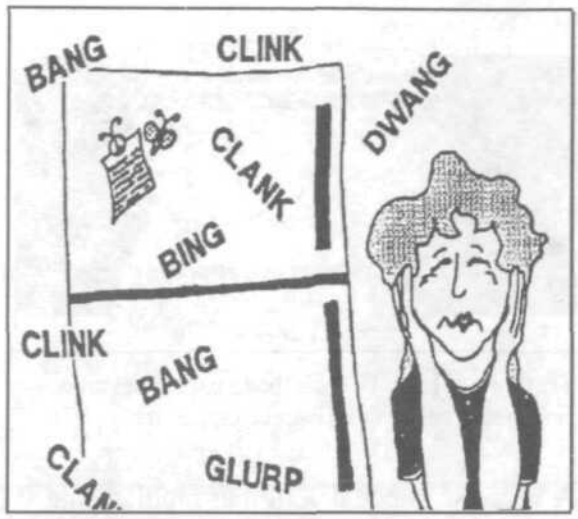


Figura 44-13. Un compresor ruidoso es señal de que el sistema pudiera estar sobrecargado.

Motor del compresor ruidoso

Un evaporador escarchado completamente indica que el sistema está enfriando de más. La línea de succión escarchada indica lo mismo. Un wattaje más alto que el normal indica que el compresor está realizando un trabajo más pesado que aquel para el que fue hecho. Lo mismo indican la presión superior a la normal y el motor ruidoso.

Si hay una sobrecarga excesiva, el líquido refrigerante podría introducirse en el compresor. Esto haría que el motor trabajara más lentamente y que se dañaran las válvulas del compresor.

Cuando el sistema está sobrecargado, es fácil arreglarlo. Basta con que quite refrigerante, hasta que sólo quede en el sistema la cantidad apropiada. No se olvide de usar sus anteojos y guantes protectores. Una vez que haya terminado, limpie la zona de trabajo.

Limpieza de un sistema que se ha quemado

Limpiar un sistema que se ha quemado es una obra de grandes proporciones. Siga paso a paso el procedimiento que se explica aquí,

y podrá hacer un buen trabajo. Pero debe estar preparado. El refrigerante tendrá un olor penetrante, porque ahora está ácido. El aceite estará negro y tendrá un olor penetrante, pues también está ácido. La quemadura genera ácido en todo el sistema. Habrá que cambiar el motor y limpiar el sistema por inundación. Si el aceite está limpio y libre de olores, significa que el sistema no se quemó. En tal caso, investigue si hay fallas mecánicas.

Lo primero que debe usted hacer es reunir sus herramientas. Las hemos enumerado abajo:

Refrigerante

Limpiador de tubos capilares

Soplete

Fundente de plata para soldar

Tela de lija

Aleación de plata para soldar

Tubería de cobre

Herramienta y bloque de acampanar

Cortador de tubos

Tuerca de campana

Toallas de trabajo

Anteojos protectores

Guantes de hule

Adaptadores para tubos de tratamiento

Juego de manómetros

Aceite refrigerante

Cerciórese de que el refrigerante sea del tipo correcto para el sistema. Busque la placa de datos, y si en ella no se menciona el refrigerante, consulte la placa de datos del

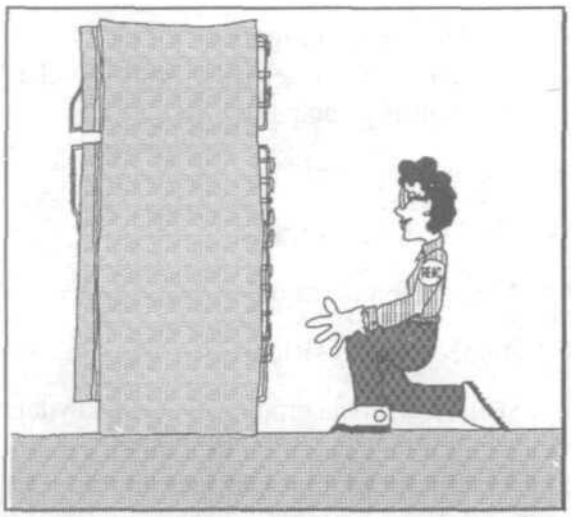


Figura 44-14. Esta técnica protege sus ojos y su piel contra el enfriador y el aceite ácidos.

compresor. Asegúrese de que el aceite tenga la viscosidad correcta. La tubería de cobre debería tener un diámetro exterior de 1/4 de pulgada (0.635 cm). Le hará falta una tuerca de campana de 1/4 de pulgada. Acuérdese de usar sus anteojos y guantes protectores durante todo el proceso.

Tanto el refrigerante como el aceite tienen ácido, y el ácido quema. Puede dañar sus ojos de manera permanente. Envuelva con las toallas las conexiones de los manómetros, para evitar que el refrigerante se derrame sobre usted, o en el piso. El ácido es muy corrosivo, así que tenga cuidado. A continuación se explican los once pasos que se deben seguir para limpiar un sistema que se ha quemado.

Paso 1. **Descargar el refrigerante**

Es necesario conectar los manómetros de presión. En caso de que el sistema no tenga válvulas de servicio, utilice una válvula perforadora o un adaptador para válvulas. No permita que el refrigerante o el aceite entren en contacto con su piel o sus ojos. Compruebe que esté usando sus anteojos protectores y sus guantes de hule. Al purgar el refrigerante, hágalo hacia el exterior. Ponga en el final de la línea un colector de aceite, para conservar en él el aceite.

Paso 2. **Quitar el compresor**

La quema del motor del compresor se debe a cuatro causas principales:

Voltaje muy bajo

Pérdida de refrigerante

Alta presión de caída

Humedad en el sistema

Si el voltaje baja mucho, el devanado del motor se calienta excesivamente, porque se le fuerza a llevar más corriente de la que necesita el compresor. El aislante se funde. El devanado hace cortocircuito. El motor se quema. Esta clase de quema es lenta. Contamina la totalidad del sistema.

Una pérdida de refrigerante produce una quema. En los sistemas herméticos, el refrigerante mantiene frío el motor. Cuando hay una pérdida de refrigerante, los devanados del motor se calientan mucho. El aislante se funde y los devanados hacen cortocircuito. La alta presión de caída causa quemas. La presión de caída es la presión del lado de condensación del sistema. La alta presión de caída aumenta la carga del motor. Esto hace que el devanado se sobrecaliente.

La humedad en el sistema produce quemas. No se necesita mucha humedad para causar problemas: una sola gota de agua en la cúpula del compresor es suficiente. Cuando el agua se mezcla con el refrigerante o el aceite calientes, se forma uno de estos dos tipos de ácidos: el ácido clorhídrico o el ácido fluorhídrico. Ambos destruyen el aislante de los devanados del motor. Entonces, los devanados hacen cortocircuito. Durante un instante, la temperatura es de más de 1,650 °C (3,000 °F). Esto hace que los ácidos se combinen químicamente con el aislante y el aceite de la cúpula, produciendo una nueva substancia: un sedimento lodoso.

En poco tiempo, todo el sistema se contamina con el sedimento y el motor se quema.

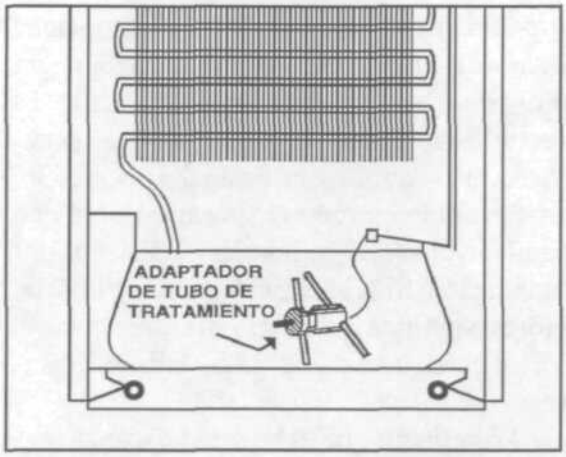


Figura 44-15. Colocación del adaptador del tubo de tratamiento.

Estas son las principales razones de que se quemen los compresores. Lo que se debe hacer en tales casos es reemplazarlos.

Paso 3. **Desconectar el tubo capilar**

En una lección anterior aprendió usted cómo se hace esto. Hay que desconectar tanto la entrada como la salida del tubo y, después, conectar el tubo con el limpiador de tubos capilares. Limpie el tubo. Es posible que el sistema utilice un dispositivo de dosificación diferente. En tal caso, desármelo y limpíelo. Quite el filtro-desecador de la línea del líquido.

Paso 4. **Limpiar el condensador por inundación con líquido refrigerante**

No se olvide de usar los anteojos protectores y los guantes de hule. No permita que el líquido refrigerante toque su piel, porque la quemará. Para evitar que el refrigerante toque su piel, coloque en la línea de descarga un adaptador del tubo de tratamiento. Esto se muestra en la Figura 44-15.

Conecte el calibrador del lado de baja presión con el adaptador. Conecte la manguera del manómetro central con el tambor de refrigerante. Abra la válvula del tambor y voltéelo al revés. Ponga una toalla sobre la salida del condensador. Abra la válvula del manómetro del lado de baja. Deje que el

líquido refrigerante fluya por el condensador. Pasará por la línea de descarga, a través del condensador, y saldrá por la línea del líquido. Saldrá por el punto del que usted quitó el filtro-desecador y el tubo capilar. Asegúrese de que no haya cerca ninguna persona cuando salga el refrigerante, así como de que el sitio esté bien ventilado. Fíjese en que no haya ninguna flama en el lugar. Los refrigeradores de haluro no son inflamables, pero en presencia de las llamas producen un gas venenoso. Cuando inunde el condensador, cierre la válvula del calibrador del lado de baja. Quite el adaptador del tubo de tratamiento.

***Paso* 5. Inundar el evaporador con líquido refrigerante**

Ponga el adaptador del tubo de tratamiento en el extremo del compresor de la línea de succión. Ponga una toalla sobre el tubo de entrada, abierto, del evaporador. De aquí fue de donde quitó el tubo capilar. Inunde el evaporador con líquido refrigerante, de la misma manera que lo hizo para inundar el condensador. El refrigerante entrará en el tubo de tratamiento, y saldrá por el otro lado del evaporador; o sea, por el punto de donde quitó el tubo capilar.

***Paso 6.* Inundar las líneas de succión y de líquido con líquido refrigerante**

Esto es algo que ya hizo cuando inundó el evaporador y el condensador. Cerciórese de que el refrigerante que use para inundar sea el mismo que se utiliza en el sistema.

***Paso 7.* Conectar la salida del tubo capilar con la entrada del evaporador**

Con una aleación de plata para soldar, suelde el tubo capilar en la entrada del evaporador.

***Paso 8.* Instalar el nuevo compresor**

Asegúrese de que el nuevo compresor sea exactamente igual al que esté reemplazando, y de que tenga la misma capacidad que el que

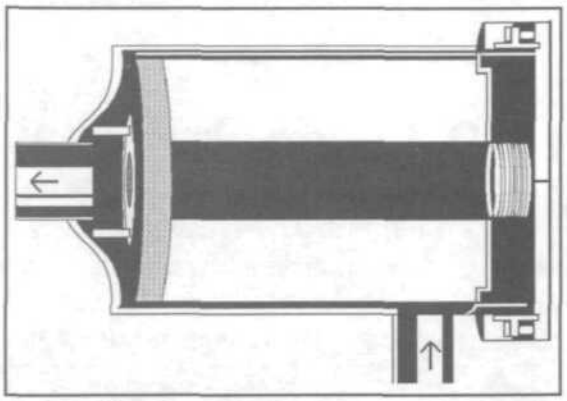


Figura 44-16. El filtro-desecador tiene una flecha que indica la dirección del flujo.

se quemó. Limpie los extremos de las líneas de succión, descarga y aceite. Limpie como unos cinco centímetros de cada una de las líneas. Limpie también las conexiones del compresor para las líneas de succión, descarga y aceite. Conecte las líneas y, con una aleación de plata para soldar, suelde las conexiones. Use tan poco fundente como sea posible.

***Paso 9.* Instalar el nuevo filtro-desecador de la línea de líquido**

Instale el filtro-desecador de manera que su entrada quede en la parte de arriba. El dispositivo tiene una flecha que indica la dirección del flujo. Suelde los tubos del refrigerante en el filtro-desecador.

***Paso 10.* Evacuar tres veces el sistema**

Esta es una clase especial de evacuación. Vacíe el sistema, llénelo hasta O psi con refrigerante. Vuelva a vaciarlo y llénelo otra vez hasta O psi (libras por pulgada cuadrada). Vacíelo. Ahora llénelo a toda su capacidad.

En la siguiente sección, trataremos en detalle acerca de la evacuación. Y en una lección posterior aprenderá todavía más sobre la evacuación triple.

***Paso 11.* Cargar el sistema con refrigerante**

Esto significa llenar el sistema de refrigerante. Como de costumbre, asegúrese de que sea el refrigerante correcto. Asegúrese tam-

Ejercicio de Autoevaluación

Sobre las líneas de la derecha, marque con una cruz (x) la respuesta que completa cada una de las siguientes afirmaciones.

1. Si las válvulas del compresor están fallando, será necesario
   a. ajustar las válvulas. _____
   h. reemplazar el compresor. _____

2. Cuando existe una obstrucción en el tubo capilar, éste se puede limpiar con un limpiador manual o uno
   a. hidráulico. _____
   b. automático. _____

3. La presencia de un evaporador completamente escarchado indica que el sistema está
   a. enfriando de más. _____
   b. enfriando menos. _____

4. Cuando se quema el motor eléctrico del compresor de un refrigerador doméstico, el refrigerante manifiesta un olor penetrante porque se ha puesto
   a. alcalino. _____
   b. ácido. _____

5. Cuando se instala un filtro-desecador nuevo en la línea de líquido, éste debe quedar de manera que su entrada quede en la parte de
   a. abajo. _____
   b. arriba. _____

Respuestas

1. b 2. a 3. a 4. b 5. b

bien de usar un tambor de carga calibrado. En la siguiente sección discutiremos en detalle este procedimiento.

Y esto es todo, ya terminó. Ahora conoce usted los pasos básicos para limpiar un sistema cuyo compresor se ha quemado.

Evacuación y carga de sistemas

Algunos sistemas tienen solamente una válvula de servicio en el lado de baja, y otros la tienen sólo en el lado de alta. Para evacuar y cargar el sistema, no hacen falta las dos. Cuando se sabe cómo realizar este procedimiento con sólo una válvula de servicio, se puede ahorrar bastante tiempo.

Evacuación y carga con una válvula de servicio del lado de baja

¿Qué es, exactamente, la válvula de servicio del lado de baja? El lado de baja es la parte del sistema que incluye el evaporador y la línea de succión. De manera que la válvula de servicio del lado de baja es la válvula de servicio de la línea de succión. Estas son las herramientas que necesitará para realizar el trabajo:

- Juego de manómetros de presión
- Refrigerante
- Toallas de trabajo limpias
- Bomba de vacío
- Manómetro de mercurio
- Anteojos protectores
- Guantes de hule
- Termómetro de bolsillo
- Tabla de presiones
- Solución jabonosa

Asegúrese de que el refrigerante sea el mismo que se utiliza en el sistema. Póngase sus anteojos protectores y sus guantes de hule. El refrigerante puede congelarle la piel y dañarle los ojos.

Para comenzar, ponga refrigerante en el tambor de carga. La Figura 44-17 muestra este procedimiento.

Observe en la figura la línea negra y la flecha que hay sobre ella. La parte exterior del tambor se conoce como gualdera. Da vueltas. Déle vuelta hasta que se encuentre en las lecturas correctas de refrigerante y de presión. El manómetro colocado en lo alto del tambor indica la presión que tiene. Cuando el refrigerante alcance el nivel deseado, cierre la válvula del tambor de carga. Luego, cierre la válvula de servicio del tambor.

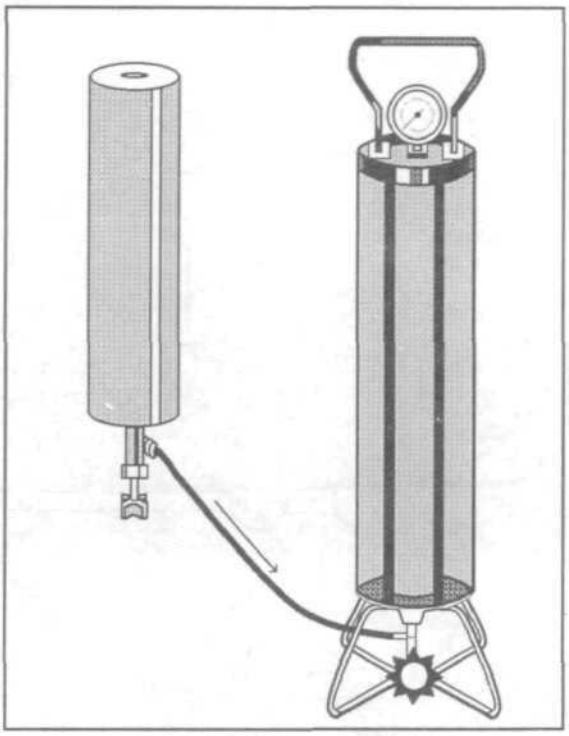


Figura 44-17. Así es como se pone el refrigerante en el tambor de carga.

El tambor que se acaba de cargar se debe poner en posición vertical. Envuelva la manguera en una toalla y luego aflójela. Deje que el refrigerante que haya en la manguera escape hacia el aire. Como siempre que trabaje con un refrigerante, asegúrese de que el lugar esté bien ventilado.

Ahora, conecte el juego de manómetros de presión a la válvula de servicio del lado de baja, al tambor de carga y a la bomba de vacío. Abra la válvula del lado de baja del manómetro. Abra la válvula de la bomba de vacío. Ponga en funcionamiento la bomba de vacío. El sistema comenzará a evacuar. Esto significa que todo el refrigerante será bombeado y expulsado del sistema. Conviene que compruebe la bomba de vacío de vez en cuando. Cuando el sistema esté vacío, cierre la válvula del lado de baja del juego de manómetros. Luego, cierre la válvula de vacío. El manómetro de presión le indicará el momento en que el sistema esté vacío.

Deje que el sistema "descanse" durante unos diez minutos y pruebe el manómetro

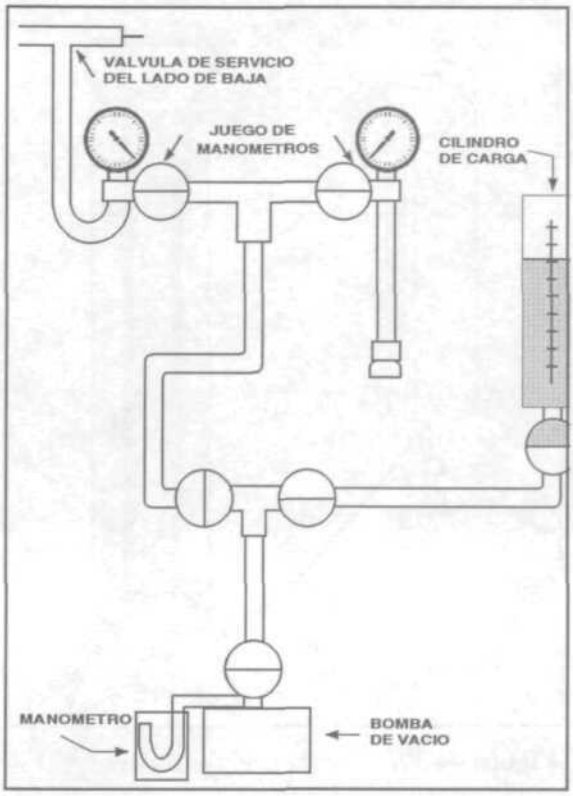


Figura 44-18. Conexiones para evacuar y cargar el sistema.

compuesto. Asegúrese de que no haya habido ninguna pérdida de vacío. Abra la válvula del tambor de carga. Abra un poquito la válvula del lado de baja del juego de manómetros, pero ábrala sólo un poco. Así, el refrigerante entrará lentamente. De lo contrario, expulsará el aceite fuera del compresor. Deje que la presión del sistema aumente a unas 50 psi (3.52 kg/cm^2).

Ahora, ponga a funcionar el refrigerador. Deje que el resto del refrigerante entre al sistema poco a poco. La Figura 44-18 ilustra este enlace.

Cuando cargue el sistema, tenga cuidado de mantenerlo fuera del rango de vacío. Sin embargo, algunos sistemas con compresores rotatorios funcionan con vacío durante unos 30 minutos. Luego, llegan poco a poco a la presión correcta del lado de baja.

Cuando el sistema esté cargado, cierre la válvula del tambor de carga. El manómetro de presión le indicará cuándo el sistema ya está cargado. Cierre la válvula del lado de baja del juego de manómetros de presión. Deje funcionando el refrigerador hasta que el compartimento del congelador llegue a unos -18 °C (O °F). Compruebe el manómetro de presión del lado de baja y la tabla de presiones de la temperatura. Los números deben concordar para la temperatura señalada.

Ahora puede quitar el juego de manómetros de presión. Verifique la válvula de servicio con la solución jabonosa. Se trata de ver si hay fugas. Si encuentra alguna, repárela. En caso contrario, ponga en orden el lugar donde estuvo trabajando y guarde sus herramientas.

Evacuación y carga con una válvula de servicio del lado de alta

Habrá veces en que el sistema solamente tenga una válvula de servicio del lado de alta. Aun así es posible evacuarlo y cargarlo sin tener que instalar una válvula del lado de baja. En primer lugar, ¿qué es el lado de alta? Es donde la presión del sistema es alta. Incluye el compresor, la línea de descarga, el condensador y la línea del líquido. Para realizar este trabajo necesitará las herramientas especiales que se enumeran a continuación:

Juego de manómetros de presión

Tambor de carga calibrado

Refrigerante

Toallas de trabajo limpias

Bomba de vacío

3P Manómetro de mercurio

Anteojos protectores

Guantes de hule

Llaves españolas

Termómetro de bolsillo

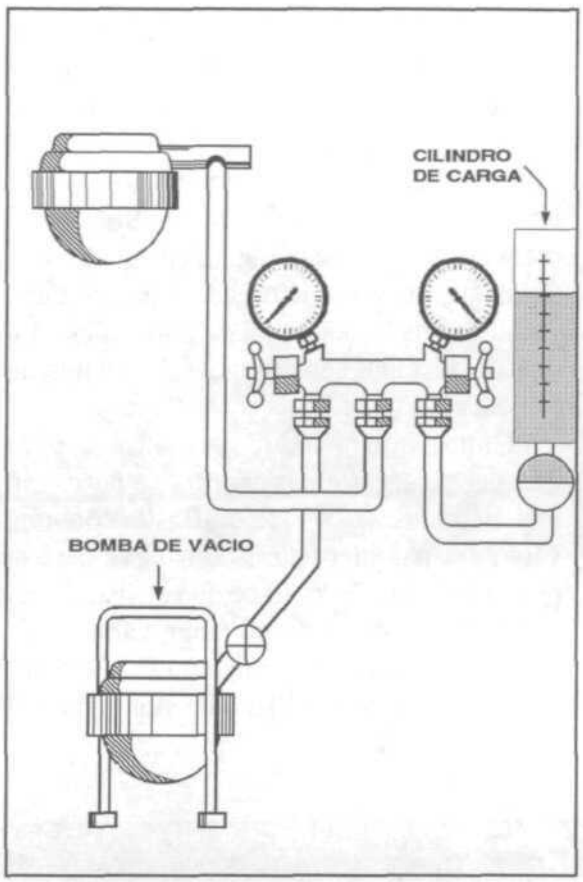


Figura 44-19. Las conexiones son distintas cuando un sistema se evacúa y se carga sólo con una válvula de servicio en el lado de alta

Tabla de presiones

Solución jabonosa

Equipo para adaptar válvulas

Claro está que debe asegurarse de usar el mismo refrigerante que se utilice en el sistema. Póngase sus anteojos protectores y sus guantes de hule. Protegen sus ojos y su piel del refrigerante.

Ponga el refrigerante en el tambor de carga, tal y como lo hizo en el procedimiento anterior. Conecte el manómetro de presión a la válvula de servicio del lado de alta, al tambor de carga y a la bomba de vacío. En caso de que trabaje con un compresor Frigidaire, tendrá que instalar primero el adaptador para la válvula de servicio. En una lección anterior estudiamos los adaptadores para válvulas. Con ellos se pueden conectar los manómetros y los tambores de carga a los sistemas herméticos.

El adaptador tiene un accesorio de servicio que se puede quitar. Una vez terminado el servicio, se debe quitar el accesorio y dejar el adaptador, de manera que ya esté ahí cuando se necesite para servicios futuros. Así, el técnico sólo necesitará el accesorio de servicio.

Cuando haya hecho todas las conexiones, abra las válvulas de los lados de alta y de baja del manómetro de presión. Abra la válvula de la bomba de vacío y ponga la bomba a trabajar. El sistema evacuará. También en este caso, compruebe de vez en cuando el funcionamiento de la bomba. La Figura 44-19 muestra las conexiones que se deben hacer para evacuar y cargar un sistema que solamente tiene válvula de servicio en el lado de alta..

Cuando el sistema esté vacío, cierre la válvula de la bomba de vacío. Deje que el sistema "descanse" durante unos diez minutos. Compruebe el manómetro compuesto. Compruebe que no haya habido una pérdida de vacío. Ahora, cierre la válvula del lado de baja del juego de manómetros.

A continuación, aumente la presión del tambor de carga. Esto se hace mediante calor. Algunos tambores tienen un calentador incorporado que se puede conectar a una toma de corriente. Si el tambor no tiene calentador, utilice una luz de caída o una pistola de calor. Jamás acerque una llama a un tambor que haya tenido líquido refrigerante.

Use el calor para aumentar la presión del tambor a unas 150 psi (10.5 kg/cm2). Luego, retire del tambor la fuente de calor y abra la válvula del tambor. Deje que todo el refrigerante penetre en el sistema. Debe entrar despacio, pero aún así entrará en su totalidad antes de que el sistema sea puesto en funcionamiento. ¿Por qué? Porque ya está bajo presión. Cuando todo el refrigerante haya entrado en el sistema, cierre la válvula del tambor de carga. Arranque el refrigerador.

No arranque el sistema antes de que haya recibido todo el refrigerante. Y nunca agregue refrigerante a través de la válvula de servicio del lado de alta si el compresor está funcionando.

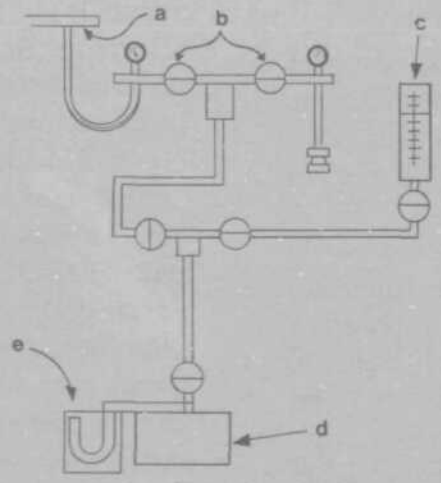
Deje que la temperatura del congelador disminuya hasta -18 °C (O °F). Con su termómetro de bolsillo, vea qué temperatura tiene el aire que rodea el condensador. Se trata de determinar la temperatura del lado de alta. En una lección anterior, estudió cómo se encuentra esta temperatura. Si el condensador es un condensador enfriado por aire, aumente 1.7 °C (35 °F). Auménteselos a la temperatura ambiente del condensador. Y si el condensador es de los enfriados por agua, aumente -6.7 °C (20 °F). Esa cantidad le dará la temperatura del lado de alta. Tome su tabla de las temperaturas de las presiones. En el lado izquierdo de la tabla, localice la temperatura y busque en el lado derecho la columna correspondiente al tipo de refrigerante utilizado en el sistema. La presión indicada ahí deberá ser igual a la presión del lado de alta del manómetro.

Cierre la válvula de servicio del lado de alta. Ponga una toalla alrededor de la manguera y quite la manguera de la válvula. Si la válvula de servicio es del tipo que tiene un núcleo de acceso, ponga la toalla alrededor de la manguera y quite la manguera rápidamente.

Como podrá usted ver ahora, para evacuar y cargar el sistema no se necesitan dos válvulas de servicio. Basta con una válvula. Cualquiera de las dos sirve para el procedimiento. En caso de que el sistema en el que esté trabajando no tenga válvulas de servicio, decida por sí mismo cuál instalar. Puede instalar una del lado de alta o una del lado de baja.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba el nombre de cada una de ¡as panes de este diagrama de conexiones para la evacuación y carga de un sistema de refrigeración doméstica.



Respuestas

a. válvula de servicio del lado de baja presión **b.** juego de manómetros **c.** cilindro de carga **d.** bomba de vacío **e.** manómetro

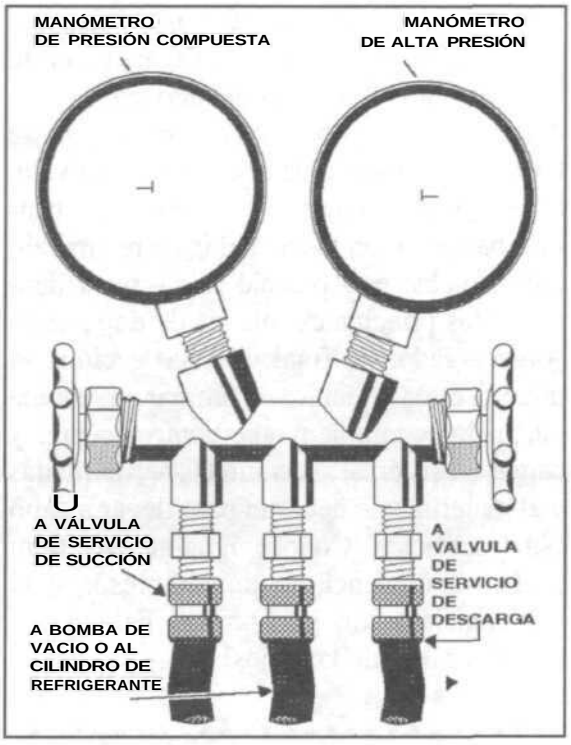


Figura 44-20. Juego de manómetros de presión como los que se usan para dar servicio a los refrigeradores.

Cómo probar la eficiencia del compresor

Una cosa que es eficiente trabaja como se espera que trabaje y sin ningún desperdicio. Si el motor de un automóvil es eficiente, consume la menor cantidad de gasolina para producir la mayor cantidad de potencia. Un trabajador eficiente hace un buen trabajo dentro del tiempo que se le asignó. Los compresores tienen que ser eficientes. Si no funcionan de manera eficiente, es que algo anda mal, y ese algo puede ser causa de problemas importantes. Como técnico, usted necesitará saber cómo determinar si un compresor es o no eficiente. Las herramientas que le harán falta para ello se enumeran aquí abajo:

Juego de manómetros de presión

Amperímetro o wattímetro

Anteojos protectores

Guantes de hule

Llaves españolas

Primero, póngase sus anteojos protectores y sus guantes de hule. Luego, conecte al sistema el juego de manómetros de presión. Después, conecte el amperímetro o el wattímetro. Un poco más atrás, en esta misma lección, aprendió a hacerlo.

Ponga a trabajar el sistema, y déjelo funcionar hasta que se estabilice la presión. Esto quiere decir que los manómetros no van a andar rebotando entre números, sino que se van a asentar en uno solo de ellos.

Ahora, con la tabla de temperaturas de las presiones, determine las presiones correctas aproximadas para el tipo de refrigerante que se usa en el sistema. En una lección anterior, estudiamos la manera de calcular las presiones. En caso necesario, vuelva a ella y estúdiela otra vez.

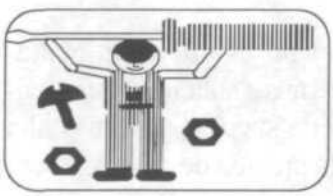
Si el compresor no es eficiente, aparecerán una o más de las tres condiciones siguientes: (1) La presión de succión será más alta que la normal, (2) la presión de descarga será más alta que de costumbre, o (3) el consumo de corriente será menor que el normal. O sea, que el compresor está utilizando menos corriente de la que debería utilizar.

Es muy probable que un compresor ineficiente se descomponga. Haga algunas investigaciones para hallar qué es lo que anda mal. En la siguiente sección, trataremos un poco sobre la manera de investigar las fallas. Y en una lección posterior tendrá oportunidad de aprender todavía más sobre este tema.

Si las presiones y el consumo de corriente son normales, entonces el compresor es eficiente. De manera que apague el sistema y quíteles las mangueras a las válvulas de servicio. Acuérdese de usar una toalla de trabajo para protegerse del refrigerante. Si utilizó válvulas de derivación temporal, quítelas. Arregle su lugar de trabajo y guarde sus herramientas.

Resumen

Esta lección le ha permitido a usted entrar a fondo en el campo de su profesión. En primer lugar, ya está familiarizado con importantes fallas del sistema de refrigeración y sus síntomas característicos. Por lo pronto ya conoce los tres sistemas de detección de fugas de refrigerante: la solución jabonosa, el detector de haluro y el detector electrónico. Conoce asimismo las principales señales que permiten reconocer si hay o no hay una fuga: el sistema enfría menos; hay un sonido silbante a la salida del tubo capilar; el evaporador produce escarcha de modo no uniforme, conforme a un patrón irregular; disminuye el consumo de potencia eléctrica, y aparecen manchas de aceite. Además ha aprendido las más importantes fallas mecánicas del sistema, que pueden registrarse en tres áreas: entre componentes del sistema sellado, en la carga del refrigerante y en las obstrucciones, sobre todo del dispositivo de control de flujo y del tubo capilar. En todos estos casos, usted también ha aprendido los métodos de reparación correspondientes. Aprendió, asimismo, a identificar las principales señales de un sistema sobrecargado. Al final de esta lección, ya domina usted la técnica de limpiar un sistema quemado, y también sabe cómo evacuar y cargar un sistema, así como las herramientas y el material que necesita para llevar a cabo estos servicios. Conoce igualmente cómo evaluar la eficiencia de un compresor, o su ineficiencia, y con qué hacerlo. ¡Felicidades por haber llegado tan lejos!



Tareas Prácticas

Verificación de válvulas del compresor defectuosas

Materiales que usted necesitará

- Juego de manómetro para pruebas (manifold)
- Juego de llaves
- Papel y lápiz

Información previa

Cualquier circunstancia que impida a las válvulas de succión y de descarga cerrarse a cada pistonada hará que disminuya el rendimiento del compresor. Si las válvulas de succión tienen fuga, el gas a alta presión retrocederá hacia el cilindro en cada movimiento de succión del pistón, tendiendo a equilibrarse con la presión del lado de baja. Cuando esto ocurre, disminuye la cantidad de refrigerante que pasa por el lado de baja presión al cilindro; es decir, que en estas condiciones no pasará al cilindro la cantidad de refrigerante normal. Es, por tanto, deficiente la compresión que se obtiene.

Lo que usted deberá hacer

Comprobar la existencia de fugas en las válvulas de succión y de descarga del compresor.

Procedimiento

1. Detenga el compresor y coloque los manómetros de alta y baja presión en las correspondientes válvulas de servicio, después de haberlas cerrado antes a fondo hacia la izquierda, y dejando después comunicados todos los pasos.
2. Abra a fondo, hacia la derecha, la válvula de servicio de succión para separar la tubería del evaporador.

3. Ponga en marcha el compresor, que así bajará rápidamente de 25 a 27 pulgadas de vacío.
4. Detenga el compresor y anote la presión que indica el manómetro de alta.
5. Si esta alta presión desciende, y el vacío queda destruido mientras el compresor está detenido, será señal de que las válvulas de succión y de descarga tienen fuga.
6. Si desciende la alta presión y el vacío permanece invariable, esto indicará que hay una fuga exterior en cualquiera de las juntas en la cabeza del compresor, en el manómetro o en la válvula de servicio de descarga.
7. Si el compresor no puede obtener el vacío indicado, es debido a que las válvulas de succión tienen fuga.
8. Si el compresor obtiene de 27 a 25 pulgadas de vacío rápidamente, pero falla en el mantenimiento de la alta presión, esto indicará que la válvula de descarga tiene algún defecto.
9. En caso de defecto, haga funcionar otra vez la máquina hasta que el manómetro indique cero. Deténgala después y abra rápidamente, a fondo y hacia la derecha, la válvula de servicio de descarga.
10. Afloje los tornillos que sujetan la cabeza del compresor permitiendo que el gas recogido entre la válvula de descarga y la correspondiente válvula de servicio escape poco a poco.
11. Desmonte los tornillos y separe la cabeza (tapa) del compresor a fin de poder sacar el plato de válvulas y desmontar las válvulas de descarga y succión para su arreglo.

Conclusiones

El adecuado conocimiento de los métodos para localizar las fallas que presenta un sistema de refrigeración convenientemente hará que su trabajo como técnico de servicio sea más eficiente. Esto le traerá prestigio profesional, con el consabido beneficio económico.

...y después, ¿qué sigue?

¿Cuántas pruebas preliminares hay que hacer en una visita de servicio? ¿Cómo se verifica el motor de un compresor que no funciona? ¿Cómo se investigan las fallas de un refrigerador que no produce escarcha? ¿Cuántos tipos de servidores de hielo hay? ¿Qué es el servidor de hielo de cinco cavidades? ¿Por qué no expulsa los cubos un servidor de hielo? ¿Qué problemas tiene el servidor de hielo de charola o bandeja flexible? ¿Qué es una válvula de silla? ¿Cómo se limpia la válvula de llenado de agua?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. El más sensible de los detectores de fugas es se

a. el método de la solución jabonosa.
b. el detector de haluro.
c. el detector electrónico.
d. la vela de sulfuro.

2. Una señal de la existencia de una fuga es la existencia de

a. manchas de aceite en el evaporador.
b. aumento de la capacidad de enfriamiento.
c. alto consumo de energía eléctrica.
d. silbido en el motor del compresor.

3. Los lugares en los que más comúnmente presentan obstrucciones son el dispositivo para el control de flujo y el

a. evaporador.
b. condensador.
c. compresor.
d. tubo capilar.

4. Si existe una carga insuficiente de refrigerante, lo más frecuente es que sea causada porque

a. el compresor funciona demasiado tiempo.
b. hay una sobrecarga de refrigerante.
c. existe una fuga.
d. está obstruido el tubo capilar.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón, correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES

Calificación

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		6	
2		7	
3		8	
4		9	
5		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L444

5. Un limpiador hidráulico usado para limpiar el tubo capilar se puede dañar si existe

a. exceso de presión.
b. insuficiencia de aceite.
c. exceso de refrigerante.
d. insuficiencia.

6. Si en su sistema de refrigeración existe una sobrecarga excesiva, pueden dañarse las válvulas del compresor al entrar el líquido refrigerante en

a. el evaporador.
b. los tubos capilares.
c. el condensador.
d. el compresor.

7. En el sistema de refrigeración la humedad produce

a. calor.
b. frío.
c. quemas.
d. ácido.

8. Cuando se quema el motor eléctrico, el aceite lubricante se pone negro y adquiere un olor penetrante. Es necesario cambiar el motor y limpiar el sistema por

a. lavado.
b. extracción.
c. evacuación.
d. inundación.

9. En un sistema de refrigeración, el lado de baja es la parte del sistema que incluye el evaporador y la línea de succión. Así, la válvula de servicio del lado de baja está ubicada en la línea de

a. succión.
b. descarga.
c. carga.
d. alimentación.

10. La adecuada operación de un refrigerador doméstico tiene una relación directa con la eficiencia del compresor. Si éste no está operando eficientemente puede presentar una o más de las situaciones siguientes: la presión de succión es más elevada que la normal, la presión de descarga es más alta que la acostumbrada, o

a. aumenta el consumo normal de comente.
b. se mantiene constante el consumo de corriente.
c. disminuye el consumo normal de corriente.
d. no se presenta consumo alguno de corriente.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. Los siete pasos para investigar las fallas....3
3. Seis pruebas preliminares....5
4. Prueba del motor de un compresor que no funciona....7
5. Investigación de las fallas de un refrigerador que no produce escarcha....7
6. Servidores de hielo: tipos....8
7. El servidor de hielo en forma de media luna....9
8. Problemas del servidor de hielo en forma de media luna....11
9. El servidor de hielo de cinco cavidades....14
10. Problemas del servidor de hielo de cinco cavidades....15
11. El servidor de hielo de charola flexible....17
12. Problemas del servidor de hielo de charola flexible....17
13. Válvulas de agua y sus componentes....19
14. Cómo desarmar y limpiar la válvula de llenado de agua....20
15. Resumen....22
16. Tareas prácticas....23
17. Examen....25

Servicio a refrigeradores domésticos
(Segunda parte)

L445 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Los siete pasos para investigar las fallas, 3

Seis pruebas preliminares, 5
- Voltaje disponible, 5
- Amperaje del motor del compresor, 5
- Contactos del termostato, 5
- Condensador, 5
- Evaporador, 5
- Funcionamiento del motor del ventilador, 6

Prueba del motor de un compresor que no funciona, 7

Investigación de las fallas de un refrigerador que no produce escarcha, 7

Servidores de hielo: tipos, 8

El servidor de hielo en forma de media luna, 9
- Funcionamiento del servidor de hielo en forma de media luna, 9

Problemas del servidor de hielo en forma de media luna, **11**
- El dispositivo para hacer hielo no arranca, 11
- El dispositivo para hacer hielo no completa el ciclo, 12
- Los cubos de hielo son más pequeños de lo debido, 13
- El agua se derrama del molde, 13
- El agua no entra en el molde, 13

El servidor de hielo de cinco cavidades, 14
- Funcionamiento del servidor de hielo de cinco cavidades, 14

Problemas del servidor de hielo de cinco cavidades, 15

El servidor de hielo de charola flexible, 17

Problemas del servidor de hielo de charola flexible, 17

Válvulas de agua y sus componentes, 19
- Válvula de silla, 19
- Válvula de llenado, 19

Cómo desarmar y limpiar la válvula de llenado de agua, 20

Resumen, 22

Tareas prácticas:
- Prueba del motor de un compresor que no funciona, 23

Examen, 25

Introducción

Esta lección le brinda conocimientos complementarios para la reparación de refrigeradores domésticos. En su diaria labor como técnico de servicio en aire acondicionado y refrigeración, quizá sean estos aparatos los que tenga que atender con mayor frecuencia. Por lo tanto, aquí nos dedicaremos a estudiar los refrigeradores que no producen escarcha, que son los que más veces requieren servicio.

En la actualidad, muchos refrigeradores domésticos cuentan con servidor de hielo, que no es más que un dispositivo diseñado para fabricar hielo. Estudiaremos por consiguiente los tres tipos principales de servidores de hielo, y cómo funcionan éstos. También le daremos a conocer la forma de investigar sus problemas más comunes. La válvula de agua de solenoide, por ejemplo, es la causa de muchos problemas del servidor de hielo. De manera que nos concentraremos en ella. Estudiaremos asimismo las piezas que la integran, y la manera de limpiarla.

Cuando usted haya concluido esta lección, ya contará con los conocimientos básicos necesarios para poder dar servicio a refrigeradores de tipo doméstico. Quizá al principio no se sienta muy seguro y tenga algunas dudas al dar servicio a este género de aparatos, pero no desista. Persevere y gane destreza en su trabajo. Recuerde que ¡la práctica hace al maestro!

Definiciones y descripciones

Enlistamos a continuación una serie de términos relacionados con los servidores de hielo, que usted necesitará para comprender a fondo esta lección.

COSECHA *(harvest).* El hielo que cae en el depósito de almacenamiento del servidor de hielo se conoce como la cosecha.

FORMA DE MEDIA LUNA *(crescent shape).* Cuando un objeto tiene forma de luna creciente o menguante se dice que tiene forma de media luna.

LEVA *(cam).* La leva es una flecha rotatoria de forma "excéntrica", es decir irregular. Hace funcionar otro dispositivo, tal como un émbolo o un brazo cambiador.

MOLDE *(mold).* La pieza de casi todos los servidores de hielo en la que se congela el agua se llama molde.

SEPARADOR DE HIELO *(ice stripper).* Es una pieza del molde del servidor de hielo en forma de media luna. Evita que, al ser cosechados los hielos, se peguen entre sí.

No dude en consultar esta relación tantas veces como lo necesite.

Los siete pasos para investigar las fallas

Cuando se sabe que algo anda mal, pero no se conoce ese algo, lo que se hace es investigar para encontrarlo. En casi todas sus llamadas de servicio tendrá usted que recurrir a sus habilidades de investigador. Las técnicas de investigación son tan importantes que, más adelante en este curso, les dedicaremos algunas lecciones completas. Por ahora, es necesario que conozca los aspectos fundamentales. A continuación se explican los siete pasos para investigar las fallas.

Paso 1. **Conozca el sistema**

Esto es crucial. A ningún sistema se le puede dar un servicio apropiado si se ignora su naturaleza. Usted conoce algunos de los aspectos básicos. Si es un refrigerador, tiene un compresor hermético. Podría ser de tipo alternativo, o tal vez rotatorio. La placa de los datos del compresor se lo dirá. ¿Tiene válvulas de servicio, o núcleos de acceso para el servicio? ¿Qué clase de condensador tiene? ¿Qué clase de evaporador? ¿Qué clase de dispositivo para el control del flujo? Tal vez use un tubo capilar. O quizá use algún otro tipo de dispositivo para el control del flujo.

¿Las líneas del refrigerante tienen filtros desecadores? ¿En dónde se localizan? Búsquelas. ¿Se le ha dado servicio al aparato con anterioridad? A veces, basta con revisarlo para saberlo. Tal vez se le hayan instalado válvulas de servicio. ¿Qué clase de refrigerante se utiliza en el sistema? Si no se sabe, es difícil darle servicio. Busque la placa de datos del fabricante. Ahí encontrará la información. En esta misma lección le dijimos en dónde buscarla. Quizá no pueda encontrar la placa de datos. Pero en una lección anterior aprendió cómo determinar el tipo de refrigerante que se utiliza en un sistema, mediante su juego de manómetros de presión.

Paso 2. **Hable con el cliente**
El dueño del sistema es una fuente importantísima de información. Escuche cuidadosamente sus quejas acerca del sistema, y haga que le describa en detalle todo lo que haya fallado. Acuérdese de preguntarle si ya antes se le dio servicio al sistema. Necesitará estar enterado para el caso de que los síntomas que encuentre sean los de un sistema sobrecargado.

Figura 45-1. Un buen técnico es siempre cortés.

Paso 3. **Maneje el sistema**
Si no está funcionando, conéctelo; si está funcionando, desconéctelo. Escuche. Vuelva a conectarlo y escuche con atención. ¿Cuánto ruido hace el compresor? ¿Vibra el sistema?

Paso 4. **Inspeccione el equipo**
Investigue si hay señales de fuga. Las manchas de aceite son una buena señal, pero no definitiva. Si ve aceite, haga una prueba con el detector de fugas. Palpe las líneas. ¿Su temperatura cambia de repente? Es posible que haya una obstrucción. ¿Cómo se ve el evaporador? ¿Cuál es el patrón de escarcha? Revise el sistema de arriba abajo.

Paso 5. **Haga una lista de las causas posibles**
Para cuando llegue a este paso, ya tendrá varias ideas sobre cuál podría ser el problema.

Paso **6. Llegue a una conclusión.**
Algunas causas tendrán más probabilidades que otras de ser las culpables de la falla. Enumérelas en su orden, comenzando con la que parezca ser la más probable, luego la siguiente más probable y así hasta que haya anotado todas las causas posibles.

Figura 45-2. Puede usted empezar a hacer una lista de las causas posibles mientras habla con su cliente.

Paso 7. **Compruebe su conclusión**
Comience por el principio de su lista. Si decidió que es posible que el compresor tenga una falla, comience por probarlo. En esta lección vimos cómo se prueba la eficiencia del compresor.

Si sigue usted estos pasos en sus visitas de servicio, será eficiente.

Seis pruebas preliminares

Hay varias pruebas que debe llevar a cabo siempre que haga una visita de servicio. Muchas veces, estas pruebas le revelarán la causa del problema. Muchas otras, evitarán que haya problemas en el futuro. Acuérdese siempre de probar lo que le indicamos a continuación.

Voltaje disponible. Cuando no tiene el voltaje suficiente, el sistema no puede trabajar como debiera. Verifique siempre el voltaje que proporciona la toma de corriente en la que está conectada la unidad.

Amperaje del motor del compresor. Se puede probar con un amperímetro. El amperímetro es un dispositivo que mide el régimen de flujo de la corriente, en amperios. Hay dos clases de amperímetros. Unos miden la corriente directa y otros miden la corriente alterna (CA). La mayoría de los refrigeradores domésticos consumen CA, por lo que probablemente necesitará un amperímetro de CA.

Contactos de termostato. Compruebe el termostato. Hágalo girar para que el refrigerador se enfríe más. El compresor debería empezar a funcionar. Y se debería apagar cuando la unidad haya alcanzado la nueva temperatura baja. Verifíquelo con su termómetro de bolsillo.

Condensador. Siempre que haga una visita de servicio, debe limpiar el condensador. La

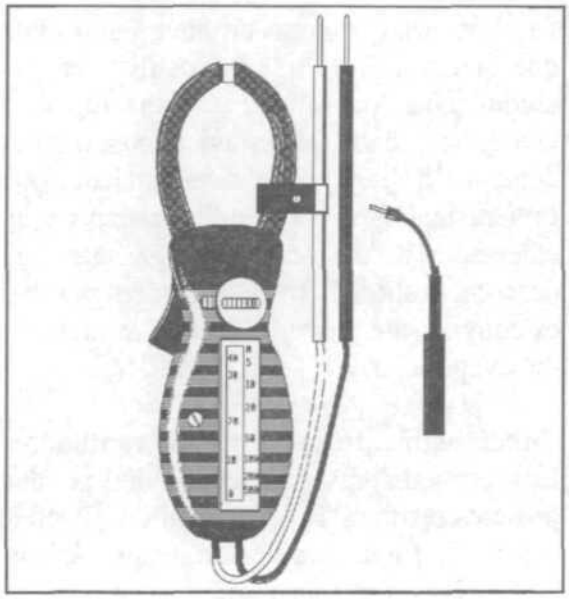


Figura 45-3. El amperímetro de abrazadera le indicará cuál es el amperaje del motor del compresor.

función del condensador es enfriar el gas refrigerante cuando está caliente. Lo hace cuando el aire pasa por encima de los serpentines y se lleva el calor. Si se acumulan la basura, la pelusa o el aceite, en un condensador enfriado por aire, éste no podrá realizar bien su tarea.

A los condensadores enfriados por agua se les puede formar una costra mineral. Esto impedirá que el aparato se deshaga de gran parte de su aire caliente. El aceite y el polvo se pueden quitar con un trapo, pero para quitar la costra será necesario utilizar una solución química. La clase de solución que se utilice dependerá de los minerales que tenga el agua.

Evaporador. Verifique si se ha acumulado la escarcha en el evaporador. La escarcha y la manera en que se acumula le pueden revelar mucho acerca del estado del sistema. Por ejemplo, el patrón de escarcha podría ser corto. En tal caso, es posible que haya una fuga. Y la fuga se vuelve probable cuando la queja es que el refrigerador ya no enfría tan bien como lo hacía antes. Si un evaporador

de aletas está cubierto de hielo, es posible que uno o más de tres dispositivos tengan alguna falla. Podría tratarse de un termostato de desescarchado que estuviera mal, o de un contador de tiempo de desescarchado que tuviera una falla. O podría tratarse de un calentador de desescarchado que estuviera descompuesto. Ahora comprenderá por qué es conveniente probar el patrón de escarcha del evaporador.

Funcionamiento del motor del ventilador. Los refrigeradores usan ventiladores por dos posibles razones. Tal vez se utilice el ventilador para forzar el aire refrigerante por encima del condensador. O se usen uno o varios ventiladores para hacer circular el aire refrigerante dentro del refrigerador.

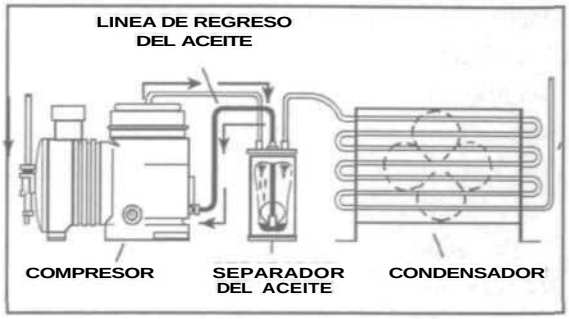


Figura 45-4. En su visita de servicio incluya una revisión del ventilador del condensador.

Revise estos ventiladores para asegurarse de que estén trabajando en forma debida. Algunos de ellos necesitan que se les ponga aceite de vez en cuando. En caso de que un ventilador necesite aceite, utilice uno tipo SAE 10 a 20. Por lo general, se sugiere que cada seis meses se le ponga una gota a cada chumacera.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo el término entre paréntesis que complete las siguientes afirmaciones.

1. En los refrigeradores domésticos el compresor es (abierto, hermético).

2. La presencia de manchas de aceite en el sistema de un refrigerador doméstico generalmente manifiesta que existe (fuga en el sistema, alta presión de aceite en el sistema).

3. El frío necesario en el interior de un refrigerador doméstico se controla a través del (termostato, presostato).

4. La acumulación de escarcha en la superficie del evaporador de un refrigerador doméstico determina que éste trabaje de manera (normal, anormal).

5. Para un buen funcionamiento del sistema de un refrigerador doméstico es recomendable que cada 6 meses se ponga una gota de aceite en las chumaceras del ventilador del evaporador. El aceite que se debe emplear es (SAE 10 ó 20, SAE 30 ó 40).

Respuestas

1. hermético 2. fuga en el sistema 3. termostato 4. anormal 5. SAE 10 ó 20

Es muy importante que se hagan estas verificaciones. Le pueden ayudar a localizar los problemas en muy poco tiempo. Pueden ayudarle a evitar que el sistema tenga problemas más serios en el futuro.

Prueba del motor de un compresor que no funciona

Obviamente, un compresor que no funciona constituye un problema. Hay que determinar por qué no funciona. Primero, desconecte el aparato de la toma de corriente.

Luego, quite el compresor del motor. Conecte el cable para pruebas de arranque. Si el motor arranca, investigue por qué no arrancaba. Podría deberse a cualquiera de las piezas que le indican al motor que debe arrancar, y que son estas:

El termostato

El contador de tiempo de desescarchado

El relevador

El capacitor de arranque

El devanado

En caso de que el compresor no arranque y no haga un ruido como de zumbido, verifique estas piezas:

El devanado de arranque

El devanado de marcha

La sobrecarga interna

Si la cúpula del compresor está caliente, deje que se enfríe, y después vuelva a probar los devanados del motor.

En caso de que el motor del compresor produzca un zumbido, pero no arranque, es posible que esté atorado. Para arreglar esta falla, invierta la rotación durante un segundo. Luego ponga un capacitor de arranque en el circuito. Si esto no da resultado, evacué el refrigerante del sistema. Trate otra vez de hacer arrancar el motor.

Estos consejos que le hemos dado hasta ahora a lo largo del curso acerca de cómo investigar las fallas, le serán útiles para cualquier tipo de refrigerador. A continuación vamos a ver algunos consejos que se refieren solamente a los refrigeradores que no producen escarcha.

Investigación de las fallas de un refrigerador que no produce escarcha

Muchos de los problemas que causan una pérdida de refrigeración en los refrigeradores que no producen escarcha, se deben a fallas de las piezas encargadas de desescarchar automáticamente. Abajo se enumeran las posible causas de dichas fallas, y se indica lo que se puede hacer para solucionarlas.

Falta de voltaje. Si éste es el caso, puede ser que el fusible se haya fundido. Revíselo y reemplácelo si es necesario. O tal vez el interruptor de circuito se encuentre en la posición de apagado (OFF). Si es así, póngalo en la posición correcta.

El amperaje del motor del compresor es muy alto. En tal caso, hay cuatro cosas que se deben verificar:

Los componentes de arranque del motor

El motor del compresor

El voltaje en las terminales del motor del compresor

Las presiones del refrigerante

Los contactos del termostato no se cierran. Primero, compruebe la posición que tiene el termostato. Es posible que sea muy alta o muy baja. Luego, verifique la ubicación del elemento sensible. Recuerde que el elemento

Figura 45-5. Como parte de su investigación, pruebe los fusibles y el interruptor de circuito.

sensible debe estar en contacto con el evaporador. Si la posición es correcta y el elemento toca el evaporador, reemplace el termostato.

El condensador está sucio. Siempre que haga una visita de servicio, limpie el condensador. Y después, cerciórese de que circule por él aire suficiente.

Acumulación de escarcha en el evaporador. En los refrigeradores que no producen escarcha no debería haber ninguna acumulación de escarcha. El primer paso que debe tomar es hacer girar manualmente el contador de tiempo de desescarchado hasta el ciclo de desescarchado. Dele vuelta a la flecha del contador en el sentido de las manecillas del reloj. En caso de que así no logre que se inicie el ciclo de desescarchado, pruebe el amperaje. Si el amperaje es el correcto, el contador está descompuesto. Reemplácelo.

Es posible que no haya amperaje. En tal caso, quizá el problema se deba a cualquiera de estas cuatro condiciones:

Que los contactos del calentador estén atorados en posición abierta.

Que el termostato terminal esté atorado en posición abierta. Permanecerá abierto a menos que la temperatura del congelador sea de -6.7 °C (20 °F) o menor. La mayoría de los termostatos terminales se abren a 10 °C (50 °F). Se cierran a -6.7 °C(20°F).

Que los contactos del contador de tiempo estén atorados en posición abierta.

Que un alambre esté roto. Si esto es lo que sucede, arregle el alambre. Si las piezas están descompuestas, reemplácelas.

Falla del motor del ventilador. Si el motor del ventilador del evaporador no funciona, parece que el circuito de desescarchado está defectuoso. Pero no es así. Lo que necesita, simplemente, es arreglar o reemplazar el motor del ventilador. Si no funciona el motor del ventilador del condensador, los ciclos del compresor se acortan. Nuevamente, arregle o reemplace el motor del ventilador.

Estos consejos acerca de cómo investigar las fallas son elementales. En una lección posterior podrá aprender bastante más acerca de cómo investigar las fallas de los sistemas de refrigeración.

Servidores de hielo: tipos

A menudo, los refrigeradores que no producen escarcha tienen unos dispositivos para hacer hielo, los cuales se conocen como servidores de hielo. Son un accesorio, puesto que el sistema no los necesita para funcionar debidamente. Son una comodidad. A usted le conviene saber qué tipos hay, cómo funcionan, qué les puede fallar y cómo arreglar-

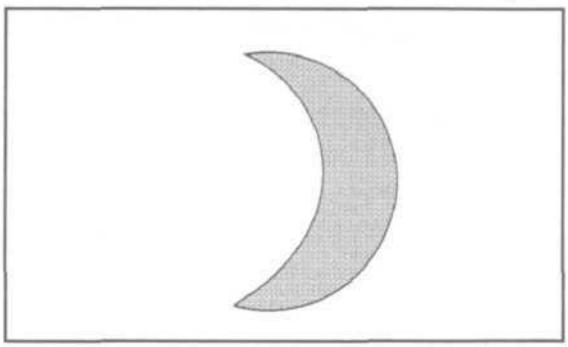


Figura 45-6. Una forma de media luna se ve así. Igual se ven los hielos en forma de media luna.

los. En la segunda mitad de esta lección, trataremos sobre los aspectos básicos.

Existen tres tipos principales de servidores de hielo:

El que hace hielo en forma de media luna

El de cinco cavidades

El de charola flexible

La compañía Whirlpool tiene la patente del servidor de hielo en forma de media luna. Sin embargo, este dispositivo también se usa en refrigeradores de otras marcas. El servidor de hielo de cinco cavidades es fabricado por General Electric, y se usa únicamente en los refrigeradores General Electric y Hotpoint. Hay varias versiones del servidor de hielo de charola flexible, pero todas funcionan de manera muy parecida.

En la sección siguiente trataremos en detalle acerca de cada uno de estos dispositivos para hacer hielo.

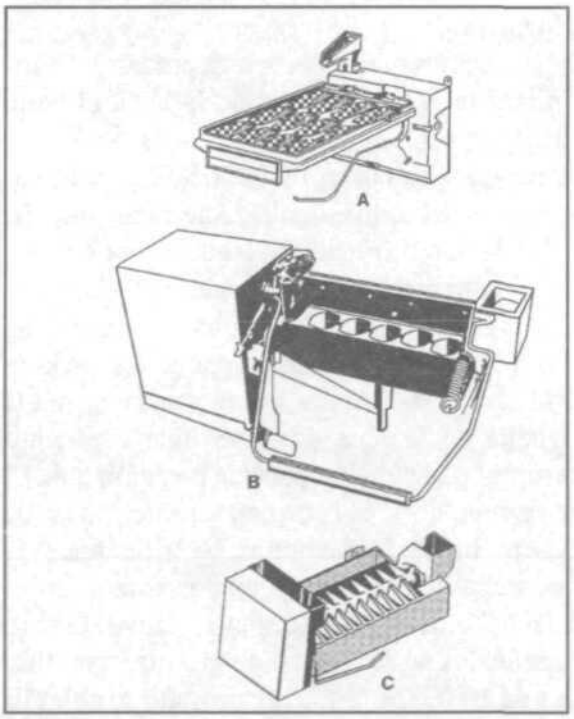


Figura 45-7. Servidores de hielo. De hielos en forma de inedia luna *(A).* De cinco cavidades (B). De charola flexible (C).

El servidor de hielo en forma de media luna

Este servidor de hielo se compone de muchas piezas. Es necesario que sepa cómo es cada una de ellas y dónde se localizan. Necesita conocer muy bien de qué manera funciona este servidor de hielo. Comenzaremos por decirle cómo trabaja.

Funcionamiento del servidor de hielo en forma de media luna

Primero, el agua entra en el dispositivo. Un interruptor de solenoide decide cuándo debe fluir o cesar el agua, y controla una válvula de solenoide. El interruptor abre y cierra la válvula para que el agua llene el servidor de hielo. Después, el agua se congela en el molde. Cuando el hielo llega a una temperatura de -7.8 °C (18 °F), el termostato se cierra. Esto completa el circuito hacia el motor y el calentador del molde. La Figura 45-8, en la página siguiente, muestra este circuito.

Hay dos maneras de representar el tendido eléctrico de los servidores de hielo. Una es un diagrama gráfico, o pictórico. Como indica su nombre, es un intento de darle un retrato del circuito. Cada pieza está representada por una forma que es por lo menos similar a la forma real del objeto. Le muestra la ubicación de las piezas. Se indican los alambres que van de una a otra pieza, para mostrarle cómo se conectan.

El otro tipo de diagrama del tendido eléctrico es el llamado esquemático. Muestra las mismas cosas, pero mediante el uso de símbolos eléctricos. No pretende representar las piezas como se ven en la realidad. Le muestra simplemente la manera en que la electricidad fluye por el dispositivo y lo hace funcionar.

Ya se habrá usted dado cuenta de la diferencia que hay entre estos diagramas. Fíjese en que las partes que se nombran ni siquiera están en el mismo lugar. Encuentre el calentador de molde en el diagrama pic-

tórico. Encuéntrelo luego en el diagrama esquemático. El diagrama esquemático no pretende mostrar dónde se encuentran las piezas del dispositivo. Su único propósito es mostrar la manera en que la electricidad fluye por el dispositivo y lo hace trabajar. El diagrama pictórico intenta hacer las dos cosas.

Veamos primero el diagrama pictórico. Observe que hay un receptáculo para el cableado del gabinete. Ahí es donde la corriente entra en el dispositivo y donde sale de él. Fíjese en los interruptores. Se pueden ver las letras NC, que quieren decir normalmente cerrado. Fíjese en que en el interruptor hay también otras letras, NA C. Quieren decir normalmente abierto, corriente. Cuando la corriente fluye por este interruptor, se encuentra abierto. A medida que vayamos explicando cómo funciona la unidad, le será más fácil comprender estos diagramas.

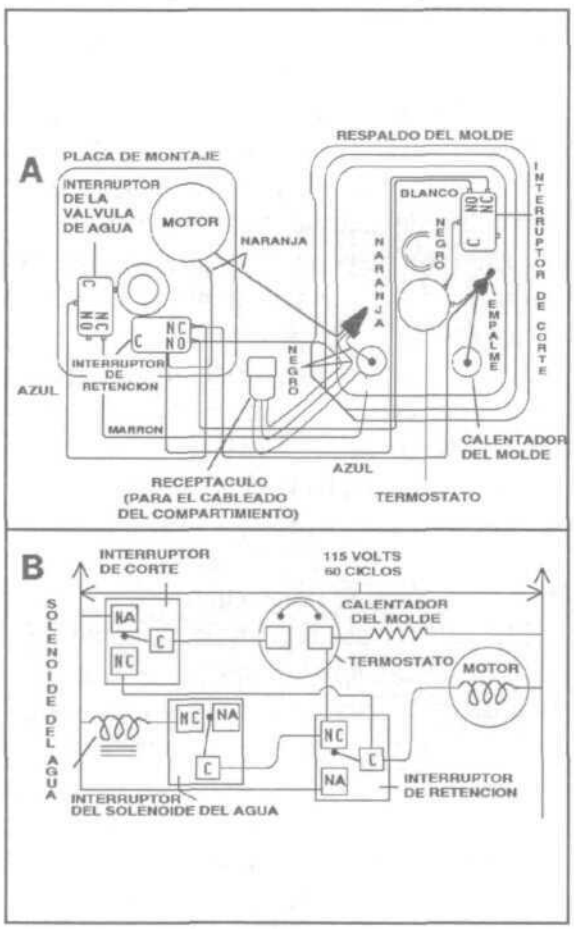


Figura 45-8. Diagramas del tendido eléctrico para un servidor de hielos en forma de media luna. Diagrama gráfico o pictórico *(A).* Diagrama esquemático (#).

Cuando se completa el circuito hacia el motor, éste arranca, lo cual hace girar la leva reguladora y las hojas expulsoras. La leva impulsa el interruptor de retención hacia la posición normalmente abierto, mientras que las hojas expulsoras llegan a los cubos de hielo y los empujan. La leva reguladora hace que el brazo de corte suba y baje. Además, cambia el corte por NC, "normalmente cerrado".

Al mismo tiempo que el motor arranca, el calentador del molde se activa. Calienta la superficie de los cubos, lo que los despega del molde. Entonces, las hojas expulsoras los sacan del molde. Simultáneamente, la leva reguladora cierra el interruptor de la válvula del agua. El termostato continúa cerrado, lo cual produce un circuito paralelo. Como la corriente toma el camino de menor resistencia, la válvula de solenoide del agua continúa inactiva.

Veamos nuevamente este proceso. Al terminar la primera vuelta de la leva, el hielo está depositado en las hojas. Las hojas han recogido los cubos de hielo y los están sujetando. El termostato está cerrado todavía. Por lo tanto, el motor sigue funcionando, haciendo girar la leva. El calentador de molde sigue trabajando. La leva reguladora ha movido el interruptor de retención hacia la posición NC. Ahora comienza la segunda vuelta de la leva. La leva mueve el interruptor de retención hacia la posición NA. El brazo de corte sube y baja el interruptor de corte hacia la posición NC. Se hace la cosecha del hielo, que es depositado en el depósito de almacenamiento. El molde para los hielos se ha calentado y su temperatura es de 10 °C (50 °F). El termostato se abre. El calentador del molde se apaga. El motor deja de funcionar. Ahora, la corriente se dirige hacia el interruptor de solenoide del agua. La válvula de solenoide del agua se activa. El

agua entra en el servidor de hielo. La leva reguladora mueve el interruptor de retención a la posición NC, y el proceso de la fabricación de hielo se inicia otra vez. La Figura 45-9 muestra las partes del servidor de hielo en forma de media luna.

Estudie esta figura. Le ayudará a comprender qué problemas se pueden presentar en este tipo de servidor de hielo.

Problemas del servidor de hielo en forma de media luna

Cinco son los problemas principales de este tipo de servidor de hielo con los que se podría encontrar usted. Los enumeraremos enseguida y le diremos qué puede hacer respecto a cada uno.

El dispositivo para hacer hielo no arranca

Lo primero que debe hacer es bajar el brazo de corte a su posición más baja. Luego, pruebe el voltaje que llega al servidor de hielo. Si el voltaje es el correcto, pruebe la temperatura del congelador. Debería ser de -12.2 °C (10 °F) o menos. A continuación, y manualmente, haga que arranque el motor. Si arranca de esta manera, necesitará investigar la razón de que no haya arrancado por sí mismo. De manera que compruebe la continuidad del termostato. Siempre que haga pruebas de continuidad, asegúrese de que el servidor de hielo esté desconectado.

¿Se acuerda del receptáculo para el cableado del gabinete? Lo vio en el diagrama pictórico de este tipo de servidores de hielo. Desconéctelo.

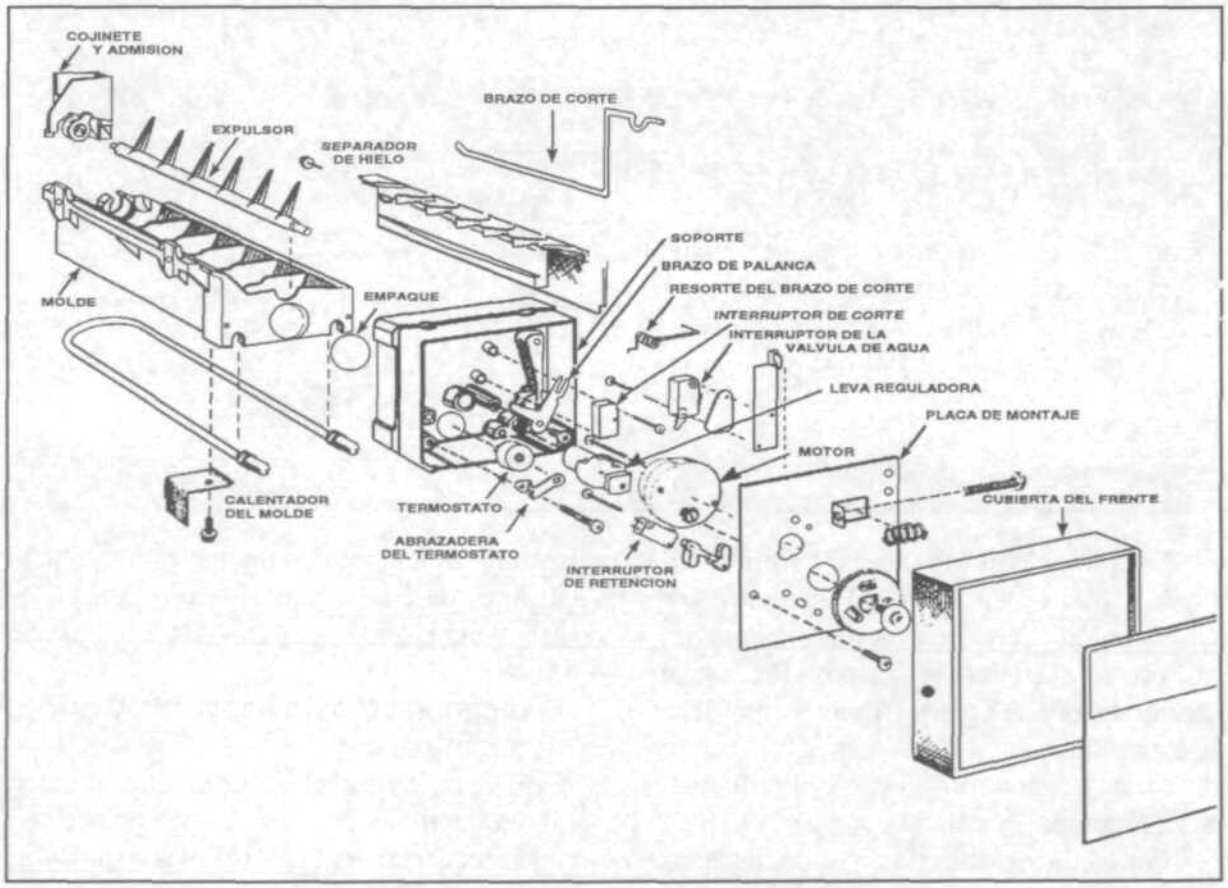


Figura 45-9. Piezas del servidor de hielos en forma de media luna.

Ejercicio de Autoevaluación

Sobre las líneas de la derecha, marque con una cruz (x) la respuesta que completa cada una de las siguientes afirmaciones.

1. Si al revisar un refrigerador doméstico se encuentra con que el fusible está fundido, esto se debe a
   a. falta de voltaje en el sistema. _____
   b. alto amperaje en el motor del sistema. _____

2. Cuando se recibe el reporte de que un refrigerador doméstico manifiesta periodos de operación del compresor muy cortos, esto se debe a una falla en
   a. el motor del compresor. _____
   b. el ventilador del condensador. _____

3. Los refrigeradores que no producen escarcha cuentan con unos dispositivos para hacer hielo que se llaman
   a. servidores de hielo. _____
   b. Meleras. _____

4. La compañía Whirlpool tiene la patente del dispositivo para hacer hielos en forma de
   a. cubos. _____
   b. media luna. _____

5. En los diagramas pictóricos eléctricos de los dispositivos para hacer hielo, algunas veces se representan interruptores con las letras NAC, que quieren decir:
   a. normalmente abierto, corriente. _____
   b. normalmente adelante, conéctese. _____

Respuestas

1. a 2. b 3. a 4. b 5. a

Después, compruebe la continuidad desde C hasta la posición NC del interruptor de retención. Cerciórese de que la hoja expulsora se encuentre en su posición inicial cuando haga esta prueba. Ahora, compruebe la continuidad entre C y NA en el interruptor de corte. Luego, con un cable de pruebas, haga funcionar el motor.

Por medio de estas pruebas, podrá determinar la causa del problema. La causa le sugerirá el remedio. Tal vez sea necesario reemplazar el motor, o un interruptor. Quizá se haya descompuesto el termostato. Si es así, reemplácelo.

El dispositivo para hacer hielo no completa el ciclo

Esto significa que el dispositivo se atora en algún punto del proceso. Lo que ocurre con más frecuencia es que las hojas expulsoras se atoren en alguna de tres posiciones. Para que pueda ver esas posiciones, imagínese un

reloj. Las hojas pueden atorarse en la posición de las 10 a.m., la de las 12 mediodía o la de las 4 p.m. Solamente determinadas piezas necesitan revisarse en cada posición.

Si las hojas están atoradas en la posición de las 10 a.m., pruebe el interruptor de retención. Asegúrese de que el émbolo del interruptor esté bajo. Asegúrese también de que haya continuidad entre C y NA. Si el interruptor está abierto, reemplácelo.

Si las hojas están en la posición de las 12 mediodía, revise el interruptor de corte. Cerciórese de que haya continuidad entre C y NC. Si el interruptor está abierto, reemplácelo.

Si las hojas están en la posición de las 4 p.m., compruebe si hay continuidad en el calentador y el termostato. Si cualquiera de ellos está abierto, reemplácelo.

En caso de que las hojas expulsoras no se detengan al final del ciclo, quiere decir que el interruptor de retención se encuentra descompuesto. Debe ser reemplazado.

Los cubos de hielo son más pequeños de lo debido

Los cubos excesivamente pequeños pueden ser el resultado de varios problemas. Primero, compruebe que el molde esté parejo. En caso contrario, ajúsfelo. Luego, revise el filtro de la válvula de agua. Si está obstruido, límpielo o reemplácelo. Es posible que necesite ajustar el interruptor de la válvula de solenoide del agua. Revíselo. Asegúrese de que la unión entre el termostato y el molde esté en buen estado. En caso contrario, el termostato no registrará las temperaturas verdaderas. Compruebe que la válvula de silla no esté corroída. En caso afirmativo límpiela. Tal vez tenga que reemplazarla.

El agua se derrama del molde

Nuevamente, debe asegurarse de que el molde esté parejo. Tal vez haya una fuga entre el tubo de llenado y la admisión del agua. Si es así, arréglela. Pruebe también la válvula del

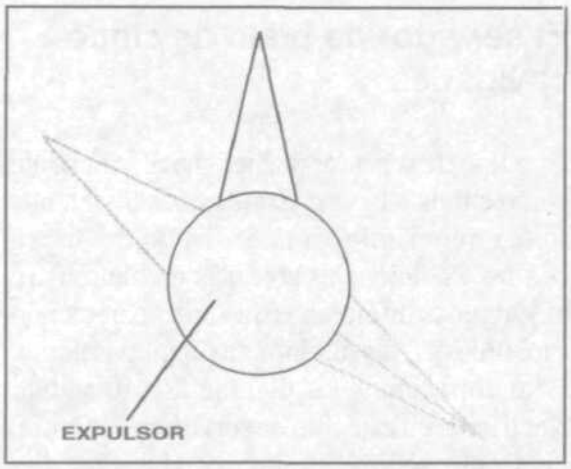


Figura 45-10. Las hojas expulsoras se pueden atorar en cualquiera de estas posiciones.

agua. En ocasiones, cuando no es activada, la válvula gotea. En tal caso, debe reemplazarla. Tal vez lo único que se necesite sea ajustar el interruptor de la válvula de solenoide del agua.

El agua no entra en el molde

Compruebe primero la temperatura del congelador. Después, revise las piezas que surten el agua. Asegúrese de que el tubo de llenado no esté obstruido por el hielo, lo cual puede suceder cuando la válvula de agua gotea. También puede suceder si el calentador del tubo de llenado no tiene continuidad. En tal caso, reemplácelo. (Tenga presente que no todos los refrigeradores tienen calentadores del tubo de llenado). Luego, pruebe la continuidad de la válvula de solenoide del agua. Finalmente, saque el émbolo del interruptor de la válvula de solenoide del agua. Entonces, pruebe la continuidad entre C y NC. Es posible que haya que reemplazar la válvula o el interruptor, o incluso ambos. Ahora ya conoce usted los aspectos básicos del servidor de hielo en forma de media luna.

El servidor de hielo de cinco cavidades

Este tipo de servidor de hielo hace solamente cinco cubos a la vez. Estos cubos tienen una forma muy similar a la de los que se hacen con las tradicionales charolas de hielo. Pero hay algunas diferencias que irán apareciendo a medida que discutamos su funcionamiento. Primero, veamos los diagramas del tendido eléctrico para este tipo de servidores de hielo.

Como se puede apreciar, los dos diagramas son muy distintos de los diagramas para el servidor de hielo en forma de media luna. Tal vez ya notó usted que los interruptores son diferentes. Veamos cómo funciona este tipo de servidores de hielo. Así le será más fácil entender los diagramas.

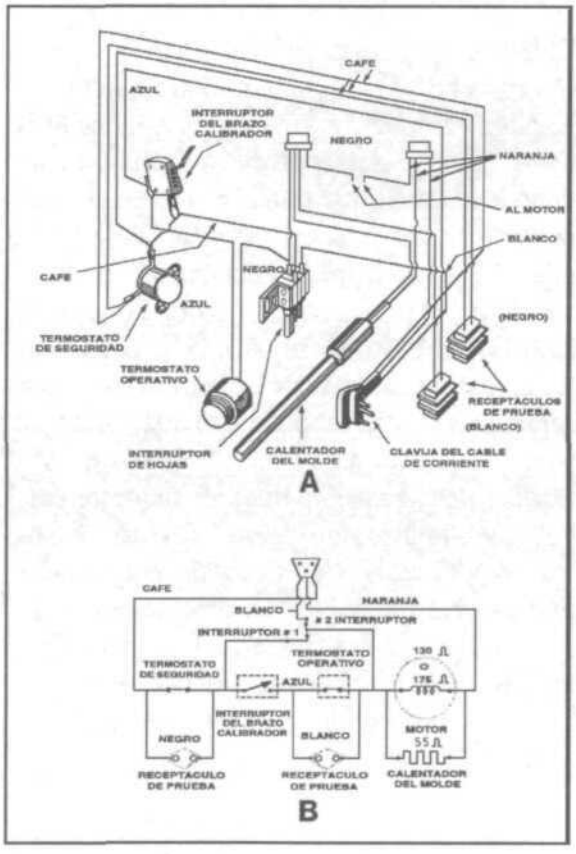


Figura 45-11. Diagramas de tendido eléctrico para un servidor de hielo de cinco cavidades. Gráfico, o pictórico *(A)*. Esquemático *(B)*.

Funcionamiento del servidor de hielo de cinco cavidades

El agua entra en el dispositivo para hacer hielo, y se congela en el molde. Mientras los cubos se están congelando, los contactos del interruptor de hojas permanecen abiertos. Cuando la temperatura del molde llega a -8.9 °C (16 °F), el termostato se cierra. Con esto se completa el circuito hacia el motor y hacia el calentador del molde. El motor se detiene hasta que el calentador afloja el hielo, y entonces comienza a hacer girar la leva. Al girar, cierra el interruptor de hojas número 1, con lo cual se desvía el termostato. Pero el motor funciona independientemente de lo que haga el termostato. En este punto, los cubos son sacados del molde y extraídos. El conjunto colector los arroja en el depósito de almacenamiento.

Ahora la leva gira y cierra el interruptor de hojas número 2. Después de unos seis segundos, el interruptor número 2 se abre, luego se abre el interruptor número 3 y el ciclo concluye. El agua vuelve a llenar el molde. La Figura 45-12 le muestra la manera en que la leva cierra los interruptores.

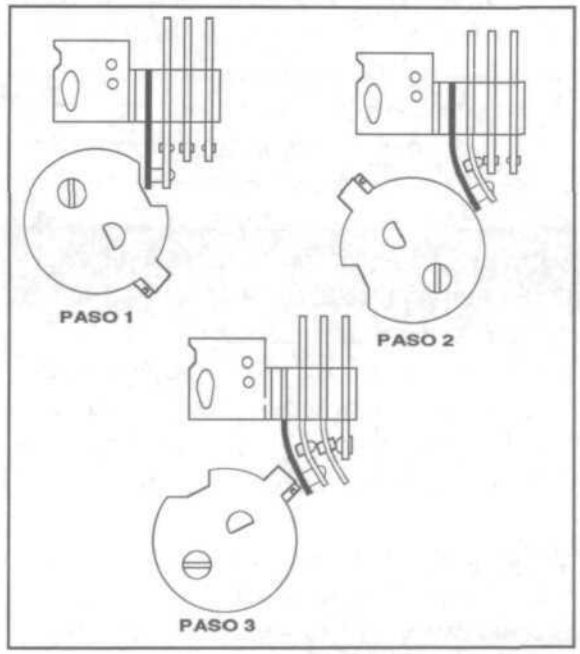


Figura 45-12. Cada uno de estos interruptores se vuelve a abrir para completar el ciclo.

El servidor de hielo de cinco cavidades tiene mucho más piezas que el de hielo en forma de media luna. Por lo tanto, son más las piezas que pueden causar problemas.

Problemas del servidor de hielo de cinco cavidades

Los problemas principales con los que podría encontrarse en este tipo de dispositivos son seis. Los vamos a enumerar abajo, junto con las posibles causas de cada uno, y su remedio.

El servidor de hielo no hace hielo

Primero, cerciórese de que el dispositivo para hacer hielo tenga voltaje. Compruebe que el interruptor manual no esté desconectado y que el abastecimiento de agua sea suficiente. Asegúrese de que el brazo calibrador no haya sido bajado. Revise el interruptor del brazo calibrador, tal vez se haya descompuesto. En tal caso, reemplácelo. O posiblemente sólo sea necesario ajustarlo. Puede suceder que la válvula de solenoide del agua esté descompuesta. Revísela. Si está descompuesta, reemplácela. El motor puede tener una falla. En caso de que no lo pueda arreglar, reemplácelo.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. La existencia de un voltaje irregular en un servidor de hielo en forma de media luna provoca que _____

2. Si el dispositivo para hacer hielos en forma de media luna se atora en algún punto del proceso, provoca que _____

3. La obstrucción de la válvula de agua del dispositivo para hacer hielos en forma de media luna provoca que _____

4. El desajuste de la válvula de solenoide del agua en el dispositivo para hacer hielos en forma de media luna determina que _____

5. Cuando el tubo de llenado en el dispositivo para hacer hielos en forma de media luna está obstruido por el hielo, se provoca que _____

a. el dispositivo para hacer hielo no complete el ciclo.

b. los cubos de hielo sean más pequeños de lo debido.

c. el agua no entre en el molde.

d. el dispositivo para hacer hielo no arranque,

e. el agua se derrame del molde.

Respuestas

1. d 2. a 3. b 4. e 5. c

El servidor de hielo hace mucho hielo

Esto puede ser causado por la rotura del brazo calibrador. Si está roto, reemplácelo. Tal vez esté descompuesto el interruptor del brazo calibrador. Si es así, reemplácelo. O quizá solamente haya que ajustarlo.

El agua se derrama del molde

Es posible que la válvula del agua tenga una fuga, en cuyo caso hay que arreglar la fuga. Si no es posible, reemplace la válvula. Posiblemente los cubos no estén siendo expulsados en forma debida. Debe revisarse el mecanismo. Tal vez dure mucho tiempo el llenado del agua. Ajústelo. El tubo de llenado podría estar fuera de su lugar. Ajústelo. El sello de la varilla expulsora podría tener una fuga. Hay que reemplazar el sello. Posiblemente el termostato esté cerrado y atorado en esa posición. Trate de desatorarlo, y revíselo. Si no trabaja bien, reemplácelo. Puede ser que los contactos del interruptor de hojas se hayan atorado y estén cerrados. Tal vez necesite reemplazarlos.

El servidor de hielo no expulsa los cubos

Muchas veces, esto se debe a que la varilla expulsora está atorada. En tal caso, desatórela y ajuste el mecanismo. También podría ser causado por la rotura del tornillo de tope. Examínelo. O tal vez se haya roto el conjunto del rastrillo. Las piezas rotas deben ser reemplazadas.

El agua no llena el molde

Este problema puede ser causado por la descompostura de la. válvula de solenoide del agua, así como porque el interruptor de hojas esté doblado. Si la válvula es la culpable, hay que reemplazarla. Tal vez pueda enderezar el

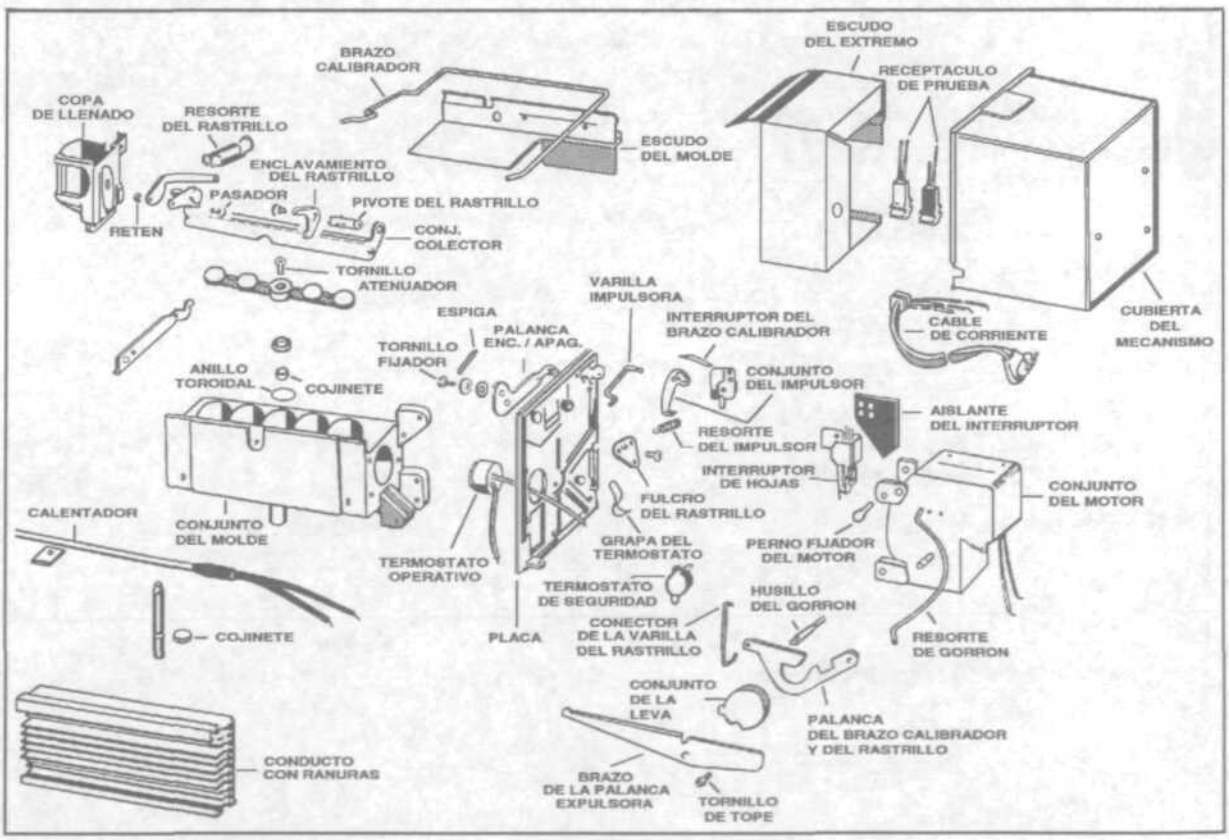


Figura 45-13. El servidor de hielo de cinco cavidades tiene muchas piezas.

interruptor; si no, reemplácelo. Quizá haya una obstrucción en la red de suministro de agua. Por ejemplo, el filtro de la válvula del agua podría estar obstruido. Si encuentra una obstrucción, quítela. Si se trata de la válvula, es posible que tenga que reemplazarla. O tal vez pueda limpiarla. Quizá haya hielo en el tubo de llenado, o un alambre esté roto o flojo.

Los cubos son muy pequeños

Es posible que el tiempo de llenado del agua dure poco tiempo y por ello los cubos resultan muy pequeños. Ajuste la línea de llenado. Otra causa puede ser que la presión del agua sea baja. Ajustando el tiempo de llenado se puede compensar la baja presión.

Tal vez sea necesario limpiar el filtro de la válvula del agua, o reemplazarlo. Puede suceder que la válvula de silla esté corroída. Estudie la Figura 45-13, le servirá para localizar estas piezas con más facilidad.

El servidor de hielo de charola flexible

Este servidor de hielo es el más sencillo de los tres tipos principales. Como sucede con los otros, su funcionamiento comienza cuando el agua entra en el molde y se congela. El termostato del dispositivo para hacer hielo se cierra a -9.4 °C (15 °F). Esto hace que se mueva un brazo de palanca, el cual activa el interruptor de un motor. Entonces, el motor empieza a hacer girar un mecanismo de engranes, y un brazo calibrador penetra en el depósito de almacenamiento. Si el depósito está lleno, el ciclo se suspende. Pero si no está lleno, el brazo calibrador regresa y el ciclo continúa.

La charola o bandeja de los cubos empieza a girar. Como a los 180 grados, una de las esquinas de la charola tropieza con un tope, pero la flecha sigue girando. Esto produce un efecto de torsión en la charola, y los cubos se aflojan. Como ya habrá visto, este servidor de hielo no tiene un calentador del molde. Para aflojar los cubos, depende de una acción mecánica. Luego, el tope de la charola se retira y ésta queda libre de la posición irregular en que se encontraba. Esto hace que los cubos sean desplazados hacia el depósito de almacenamiento, donde son cosechados.

La charola sigue girando hasta dar una vuelta completa, y entonces se vuelve a activar el interruptor del llenado de agua.

Problemas del servidor de hielo de charola flexible

El servidor de hielo de charola flexible es menos complicado que los otros dispositivos para hacer hielo, pero no por ello son menos sus posibles problemas. Cuando haga usted una visita de servicio y se encuentre con este tipo de servidor de hielo, tal vez tenga que afrontar cualquiera de estos seis distintos problemas. Como antes, vamos a enumerarlos y a decirle cuáles son las causas posibles que debe buscar.

El dispositivo para hacer hielo no arranca

Verifique la temperatura del congelador. Debería ser de -9.4 °C (15 °F) o menos. Pruebe el brazo calibrador. Si no se encuentra en la posición más alta, el mecanismo "piensa" que el depósito de almacenamiento está lleno. Es posible que el elemento sensible del brazo tenga una falla. En tal caso, reemplace el brazo. Quizá esté descompuesto el interruptor de control del motor. Si es así, reemplácelo. Revise el tendido eléctrico y la clavija de la conexión.

Los cubos se pegan unos con otros en el depósito de almacenamiento

Esto puede suceder cuando se fija muy alto el control de la temperatura del congelador.

Entonces, el congelador no está lo suficientemente frío como para que los cubos se conserven congelados. Revise el control. También es posible que el elemento sensible del brazo calibrador tenga una falla. O tal vez esté roto el resorte del elemento sensible. También puede haberse roto el resorte del impulsor del interruptor del motor. Todas las piezas rotas o descompuestas deben reemplazarse.

El agua se derrama del molde

A estas alturas usted ya sabe cómo asegurarse de que el molde esté parejo. Asegúrese también de que el tubo de llenado del agua se encuentre en el lugar debido. En caso contrario, ajústelo. Es posible que necesite ajustar el interruptor del llenado del agua. Compruebe que los cubos de hielo estén siendo expulsados. Si los cubos no son expulsados, el agua no tendrá adonde ir y se derramará.

El agua no entra en el molde

Nuevamente, vea si hay obstrucciones. Tal vez no fluya bien el agua. Tal vez esté obstruido el filtro de la válvula del agua. Podría haber hielo en el tubo de llenado. Pruebe la válvula de solenoide del agua. Asegúrese de que no esté abierto el circuito. Revise el interruptor de la válvula del agua, el tendido eléctrico y la clavija de la conexión.

El dispositivo para hacer hielo hace mucho hielo

Pruebe el brazo calibrador, y la espiga del impulsor del interruptor. Asegúrese de que esté en el surco de la última etapa del engranaje de distribución.

Los cubos de hielo son más pequeños de lo debido

Otra vez, verifique el molde para asegurarse de que esté parejo. Igualmente, compruebe

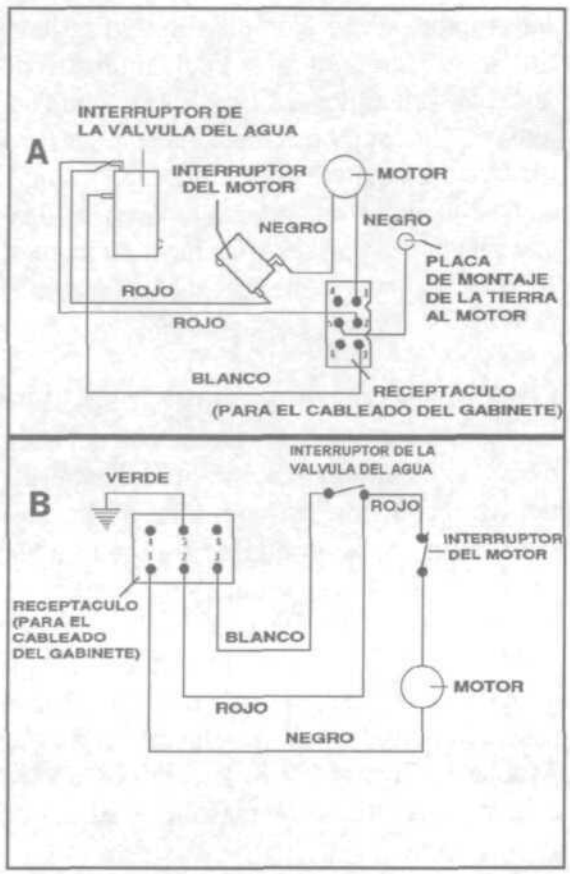


Figura 45-14. Diagrama gráfico, o pictórico *(A)*. Diagrama esquemático *(B)*.

que no haya obstrucciones en las piezas del abastecimiento de agua. Ajuste el interruptor del llenado del agua. La Figura 45-14 muestra los diagramas del tendido eléctrico para el servidor de hielo de charola flexible. Estos diagramas le ayudarán a encontrar las piezas que está estudiando.

Pruebe también la válvula de silla y cerciórese de que no tenga corrosión.

Pues bien, ya conoce usted los aspectos básicos de los tres principales tipos de dispositivos para hacer hielo, o servidores de hielo. Cuando atienda las llamadas de servicio, se encontrará con servidores de hielo que no funcionan en la forma debida. Pero ahora ya sabe cuáles son las posibles causas de los problemas más importantes de estos dispositivos.

Válvulas de agua y sus componentes

Muchos de los problemas de los dispositivos para hacer hielo se originan en obstrucciones de las válvulas del agua. Probablemente usted se dio cuenta de ello al leer las últimas secciones. En ésta, aprenderá más sobre las válvulas del agua.

Válvula de silla

La válvula de silla es una válvula de extracción de línea. Está hecha de manera que pueda ser soldada, o sujeta con una abrazadera, en la línea del agua o del refrigerante. La que se usa con la válvula del agua se sujeta con una abrazadera. Se muestra en la Figura 45-15.

Esta válvula se coloca en la línea de abastecimiento del agua. El agua con la que se llena la válvula, se extrae de dicha línea.

Válvula de llenado

La válvula de llenado se compone de estas cuatro piezas principales:

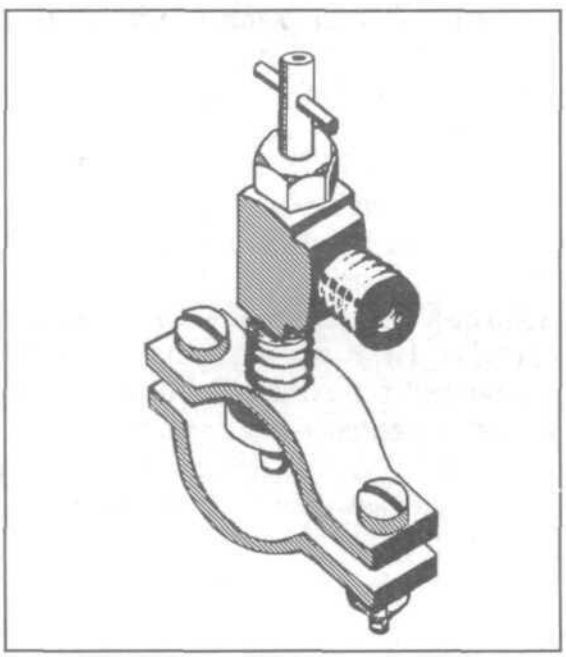


Figura 45-15. La válvula de silla se sujeta con una abrazadera en la línea del agua para suministrar agua al servidor de hielo.

Bobina de solenoide

Arandela del flujo

Filtro de tela metálica

Cuerpo de la válvula

La bobina de solenoide se encarga de que la válvula funcione, y de que deje de funcionar. La bobina consume entre 10 y 15 watts a 105 volts. Si el servidor de hielo tiene un calentador para el molde, la bobina va conectada en serie con el calentador, a lo ancho de la línea de 120 volts. La disminución del voltaje en el calentador es de 15 volts, por lo que al solenoide le quedan 105. Cuando la corriente llega a la bobina, ésta abre la válvula. El agua fluye a través de ella. En caso contrario, la válvula se cierra. La válvula cuenta también con una arandela del flujo. Las arandelas ayudan a prevenir las fugas. En este caso, la arandela mantiene en la línea del agua un flujo constante de agua. El filtro, que tiene una malla # 60, filtra las partículas. Va colocado inmediatamente adelante de la arandela. Como ya sabe, puede obstruirse. El cuerpo de la válvula de llenado contiene el resto de las piezas.

Las cuatro piezas que van en el cuerpo de la válvula de llenado son:

El diafragma

La armadura

El resorte

La guía

El diafragma está hecho de un material flexible. Su exterior es firme, por lo que no deja que haya fugas. En caso de que algo haga presión sobre el diafragma, se retrae o se flexiona. Si el servidor de hielo no trabaja en la forma debida, conviene que pruebe el resorte. Podría estar roto.

Como desarmar y limpiar la válvula de llenado de agua

A menudo, lo único que tendrá que hacer para reparar un servidor de hielo será limpiar la válvula de agua. Esto se aplica a todos los tipos de dispositivos para hacer hielo. Para limpiar la válvula, primero hay que desarmarla. Y para ello, necesitará las siguientes herramientas:

Destornillador tipo Phillips

Destornillador de ranura estándar

Destornillador de bolsillo

Primero, apague la unidad. Desconecte el refrigerador. Luego cierre la válvula de silla para detener el flujo de agua hacia la válvula del agua. A continuación, quite del circuito del motor los alambres de la válvula del agua. Si están soldados o sujetos con cinta de aislar, quíteles la soldadura o córtelos. No tendrá que hacer esto muchas veces, porque casi todos los alambres están conectados con empalmadores ajustables.

Una vez que haya sacado del sistema la válvula del agua, quítele la malla del filtro y la arandela. Hágalo con su destornillador de bolsillo. Luego, quite el solenoide y la placa de encima de la válvula. Por último, quite la guía, el resorte, la armadura y el diafragma. A veces, el diafragma está un poco pegado a la válvula. En tales casos, nunca utilice un objeto afilado para aflojarlo, porque se podría dañar. En vez de eso, muévalo hacia uno y otro lado hasta que se afloje. Lave con agua corriente las piezas que enumeramos aquí abajo:

Cuerpo

Diafragma

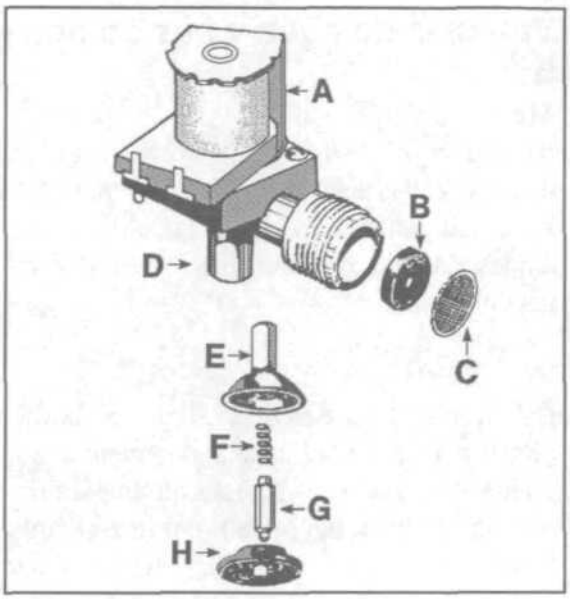


Figura 45-16. Piezas de la válvula de llenado. Solenoide *(A).* Arandela del flujo *(B).* Filtro de tela metálica (O. Cuerpo de la válvula (D). Guía (E). Resorte *(F).* Armadura *(G).* Diafragma (H).

Armadura

Filtro de malla

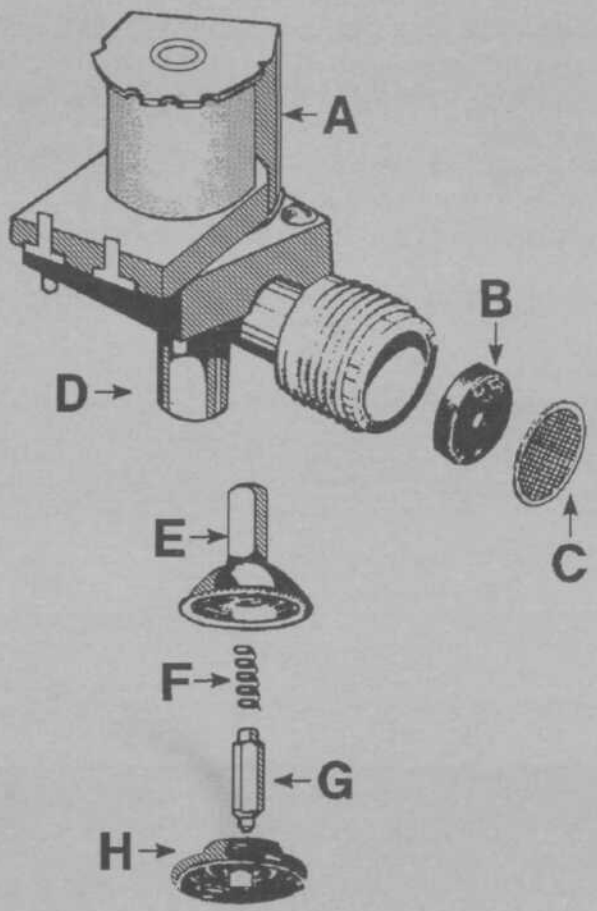
Arandela

Sostenga el diafragma contra la luz, y examínelo. Los dos pequeños agujeros de los lados deben verse claramente. En caso contrario, siga lavándolo. La Figura 45-16 muestra las piezas de una válvula de llenado.

Ahora, vuelva a armar la válvula. Asegúrese de que el diafragma se ajuste correctamente al surco del cuerpo de la válvula. Si no queda bien ajustado, el agua inundará el congelador. Ponga la válvula otra vez en el circuito. Vuelva a abrir la válvula de silla. Conecte el refrigerador y compruebe si funciona bien. Como de costumbre, arregle el sitio donde estuvo trabajando y recoja todas sus herramientas.

Ejercicio de Autoevaluación

Identifique las partes de esta válvula de llenado de agua.



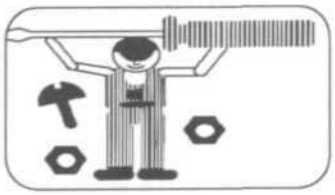
Respuestas

a. solenoide **b.** lavadora de flujo **c.** filtro **d.** cuerpo de la válvula **e.** guía **f.** resorte **g.** armadura **h.** diafragma

Resumen

Al terminar esta lección habrá logrado un avance importante en sus conocimientos sobre refrigeradores domésticos, en particular en el campo de la investigación y localización de fallas. Ya sabrá de memoria los siete pasos que se deben seguir en la investigación de las mismas: conocer el sistema, hablar con el cliente, manejar el sistema, inspeccionar el equipo, enlistar las causas posibles, llegar a una conclusión y comprobarla. También conocerá las seis pruebas que debe llevar a cabo en cualquiera de sus visitas de servicio: verificación del voltaje, del amperaje del motor del compresor, comprobación del termostato, limpieza del condensador, verificación del patrón de escarcha del evaporador, y revisión de los ventiladores.

Habrá ya logrado conocer, además, los distintos tipos de servidores de hielo, así como sus problemas característicos: el servidor de hielo en forma de media luna, el de cinco cavidades y el de charola flexible. Sabrá, igualmente, la importancia que tienen las válvulas de agua en muchos de los problemas que aquejan a estos servidores de hielo, y conocerá sus tipos y piezas principales. Podrá también desarmar y limpiar estos dispositivos. ¡Ya está preparado para alcanzar los siguientes objetivos!



Tareas Prácticas

Prueba del motor de un compresor que no funciona

Materiales que usted necesitará

- Un multiprobador
- Un tramo de alambre, calibre 12, de 50 cm
- Desarmador y pinzas

Información previa

Algunas veces se requiere el servicio de un técnico porque un refrigerador no inicia su proceso de operación del compresor. Es muy probable que esto se deba a un defecto en el motor eléctrico que impulsa al compresor.

La manera más simple de solucionar el problema consistirá en reemplazar el motor o desmontarlo para mandarlo directamente a un taller eléctrico. Antes de hacer esto es conveniente, sin embargo, revisarlo para estar plenamente seguros de la decisión que se va a tomar.

Lo que usted deberá hacer

Verificará la existencia de una avería en el motor de un compresor de tipo hermético, como los empleados en refrigeradores de tipo doméstico.

Procedimiento

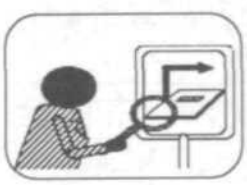
1. Compruebe que existe la energía eléctrica adecuada (voltaje y comente) en el toma-corriente donde se encuentra conectado el compresor.
2. Si la tensión de la energía eléctrica es correcta, entonces asegúrese de que no falle el termostato puenteado a éste. Si después de puentear el termostato el motor aún no trabaja, entonces puentee los contactos del "klixon" y, si el compresor sigue sin ponerse en marcha, ello indicará que el "klixon" es defectuoso y que es preciso sustituirlo.
3. Sustituya el "klixon", y si el compresor sigue sin funcionar, haga un nuevo puente con el mismo conductor, esta vez entre los contactos del relevador de arranque. Tome en este caso la precaución de no mantener el contacto más de cinco segundos, como máximo. Si el compresor arranca, entonces, la avería se encuentra en el relevador y éste debe sustituirse.
4. Si al terminar las pruebas señaladas, no se consigue poner el compresor en marcha, ha de creerse que el motor se ha dañado, en cuyo caso lo más recomendable es sustituir el bloque motor-compresor.

Nota: en los sistemas que emplean un condensador electrolítico, conectado en serie con la bobina de arranque para mejorar el par de arranque, puede ocurrir que una avería de dicho condensador sea suficiente para que el motor no se ponga en marcha.

Para probar entonces el condensador eléctrico, debe utilizarse un ohmetro con una escala de 10,000 Q, conectando las puntas del mismo al condensador y observando cuidadosamente la acción de la aguja del probador. Ésta debe saltar del extremo superior de la escala al extremo inferior y volver entonces despacio hacia el extremo superior.Si la aguja permanece quieta en el extremo superior, es señal de que el condensador tiene el circuito interrumpido; y si la aguja se desplaza hacia el extremo inferior de la esfera y permanece en esta posición, el condensador estará cruzado.

Conclusiones

Gran parte de las llamadas de los clientes tienen que ver con problemas del sistema hermético del motor-compresor. Esto hace necesario que el técnico cuente con conocimientos sólidos al respecto, para asegurar el mejor servicio y lograr la plena satisfacción del cliente.



...y después, ¿qué sigue?

¿Qué funciones tiene un acondicionador de aire de ventana? ¿Cuál es el interruptor del control en la mayoría de las unidades de ventana? ¿Qué tipos de diseño de condensadores hay? ¿Qué es un evaporador tipo aletas? ¿Cuál es el más nuevo de los dispositivos para el control del flujo? ¿Qué motores se utilizan en los ventiladores de las unidades de ventana? ¿Cómo se calculan las caídas de tensión? ¿Cuántas partes tiene una ventana?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. Un "diagrama pictórico" de un dispositivo para fabricar hielos es un diagrama de

a. diseño mecánico.
b. tendido eléctrico.
c. conexión hidráulica.
d. operación neumática.

2. La parte del servidor de hielos en forma de media luna que se puede atorar en las posiciones de 10 a.ni., 12 medio día o 4 p.m. es

a. el brazo calibrador.
b. la válvula de solenoide.
c. el conjunto de hojas expulsoras.
d. el molde.

3. El servidor de hielo de cinco cavidades cuenta para su operación con un interruptor de

a. hojas
b. cortacircuito.
c. carga.
d. vacío.

4. Si el agua se derrama del molde, tal vez sea necesario emparejar

a. el molde.
b. el brazo calibrador.
c. el depósito de almacenamiento.
d. las hojas expulsoras.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón, correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección **L445**

5. La pieza que se encarga de que la válvula de llenado funcione y de que deje de funcionar es

a. el diafragma.
b. la guía.
c. la válvula de silla.
d. la bobina de solenoide.

6. Cuando se vuelve a armar una válvula de llenado es necesario asegurarse de que se ajuste correctamente al surco del cuerpo de la válvula

a. el diafragma.
b. la arandela.
c. el filtro de malla.
d. el solenoide.

7. En un servidor de hielo de cinco cavidades, el agua entra en el dispositivo para hacer hielo, y se congela en

a. la charola.
b. el colector.
c. el molde.
d. el termostato.

8. En un servidor de hielo de charola flexible, el termostato del dispositivo para hacer hielo se cierra a

a. -4.9 °C (29.3 °F).
b. -9.4°C(15°F).
c. +9.4 °C (37.2 °F).
d. +4.9 °C (34.7 °F).

9. Cuando en un servidor de hielo de charola flexible está abierto el circuito de la válvula solenoide del agua, se puede presentar el problema de que

a. el dispositivo para hacer hielo haga mucho hielo.
b. los cubos de hielo son más pequeños de lo debido.
c. el agua se derrame del molde.
d. el agua no'entre en el molde.

10. En una válvula de llenado, la bobina de solenoide consume entre 10 y 15 watts a

a. 110 volts.
b. 127 volts.
c. 105 volts.
d. 220 volts.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción 3
1. Definiciones y descripciones 3
2. El ciclo de refrigeración 4
3. Las funciones de un acondicionador de aire de ventana 7
4. Las partes del gabinete 10
5. Las partes del acondicionador en un acondicionador de aire de ventana 12
6. Diseño del receptáculo y requisitor de voltaje y amperaje 20
7. Alambres de calibre correcto para las necesidades de corriente 21
8. Las partes de una ventana 23
9. Resumen 26
10. Tareas prácticas 27
11. Examen .., ...29

Unidades de ventana de aire acondicionado

L446 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

El ciclo de refrigeración, 4

Las funciones de un acondicionador de aire de ventana, 7
- Enfriar, 7
- Calentar, 7
- Deshumedecer, 8
- Filtrar, 8
- Hacer circular el aire, 10

Las partes del gabinete, 10

Las partes del acondicionador en un acondicionador de aire de ventana, **12**
- Compresor, **12**
- Condensador, 13
- Evaporador, **14**
- Dispositivo de control del flujo, **15**
  - El tubo capilar, **15**
  - La válvula de expansión termostática, 15
  - La válvula de expansión automática, **15**
  - La válvula de expansión termoeléctrica, **15**
- Líneas de refrigerante, **16**
- Elemento calefactor, **16**
- Ventilador, 18
- Termostato, 18
- Regulador, **19**
- Deshumidificador, **19**

Diseño del receptáculo y requisitos de voltaje y amperaje, 20

Alambres de calibre correcto para las necesidades de corriente, 21

Las partes de una ventana, 23

Resumen, 26

Tareas prácticas:
- Identificación física de un equipo de aire acondicionado del tipo de ventana, 27

Examen, 29

Introducción

La unidad de ventana de aire acondicionado, o acondicionador de aire de ventana, es uno de los tres tipos de sistemas autónomos de refrigeración. Los otros dos tipos son las unidades instaladas en la pared y las que cuentan con gabinete. Casi la totalidad de lo que aquí se tratará acerca de las unidades de ventana se aplica de igual manera a los otros dos tipos de unidades autónomas.

Las unidades de ventana de aire acondicionado constituyen uno de los métodos más populares de lograr confort en las habitaciones. Son de sencilla instalación, sus piezas se consiguen fácilmente, y su servicio y mantenimiento no ofrecen dificultades.

En esta lección conocerá que el condensador de estas unidades se encuentra ubicado en la parte externa de la habitación. A través de un ventilador se induce el aire desde el exterior para que pase por encima del condensador. Por su parte, el evaporador se encuentra colocado en la parte de la unidad situada dentro de la habitación. Otro ventilador impulsa el aire interior para que tome contacto con el evaporador de la unidad. Este aire pasa a través de un filtro y luego, al pasar por la parte superior del evaporador, se enfría. Entonces, ya frío, vuelve a ser impulsado al interior de la habitación para confort de las personas que ahí se encuentran.

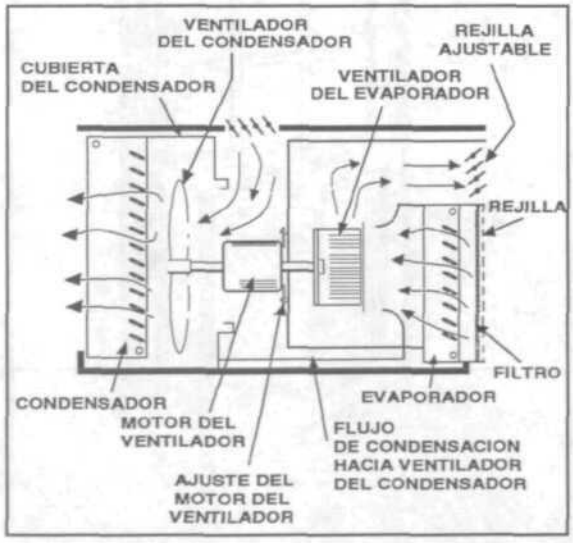


Figura 46-1. En las unidades de ventana de aire acondicionado, los ventiladores del condensador y del evaporador pueden valerse del mismo motor.

Esta lección le dará acceso al conocimiento de los acondicionadores de aire del tipo de ventana, a los cuales -en su labor de técnico de servicio- usted atenderá frecuentemente.

Definiciones y descripciones

Ya conoce usted algunos de los términos definidos más abajo. Algunos serán nuevos para usted. Estúdielos a fondo, porque le ayudarán a aprender esta lección mucho mejor.

ALAMBRE DE NICROMIO *(nichrome wire).* Esta clase de alambre está hecha de níquel y cromo. Se usa para hacer la mayor parte de los elementos calefactores de los acondicionadores de aire de ventana. Tiene alta resistencia contra la electricidad y alta tolerancia contra el calor.

CABIO INFERIOR DEL MARCO DE ABAJO *(lower sash bottom rail).* Esta parte de una ventana de guillotina es la que baja sobre la superficie superior de una unidad de ventana instalada.

CABIO SUPERIOR DEL MARCO DE ABAJO *(lower sash top rail).* Es una de las partes de la ventana de guillotina. Por encima, en el tope interior, se coloca una ménsula cuando se instala la unidad. Dicha ménsula empuja el cabio superior del marco de abajo e impide que se suba la ventana.

CONTROLES DE LIMITE *(limit controls).* Son dispositivos de seguridad montados en los sistemas de calefacción como parte del sistema de control de calor.

DIVISIONES EXPANSIBLES *(expandable partitions).* Son una parte plegable en la unidad de ventana. Pueden fabricarse de vinilo o de madera. Se colocan a los lados de la unidad de ventana. Se ensanchan o expanden de modo que la misma unidad pueda

encajar en ventanas de diferente anchura. También aislan la habitación del aire exterior.

FILTRO ADHESIVO *(adhesivefilter).* Este tipo de filtro se utiliza en casi todos los acondicionadores de aire de ventana. Eliminan hasta el 90% de las impurezas. Cuando alcanzan su máxima carga, deben cambiarse o limpiarse. Aunque no estén todavía demasiado sucios, deberían cambiarse dos veces al año. Se deben reemplazar con otros del

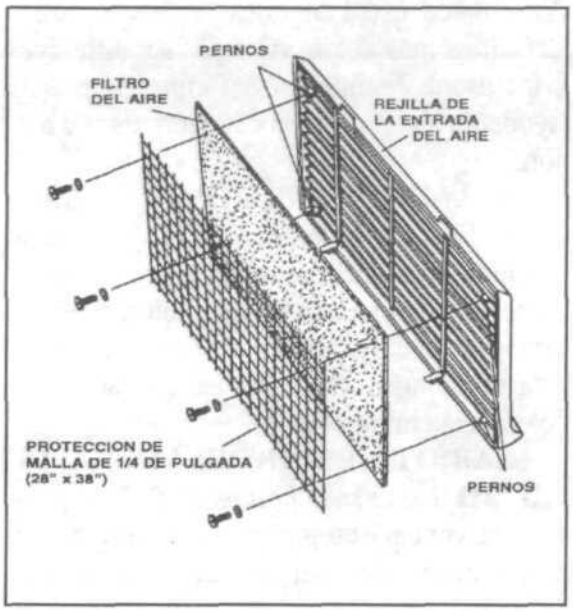


Figura 46-2. El tipo de filtro utilizado en casi todos los acondicionadores de aire de ventana se instala con frecuencia de esta manera.

mismo tamaño si son desechables.

FUSIBLES *(fuses).* Son dispositivos de seguridad. Abren el circuito cuando éste se sobrecarga. Se utilizan para proteger los elementos resistentes al calor en las unidades de aire acondicionado de ventana.

REGULADOR DE TIRO *(damper).* Es un dispositivo que controla el flujo de aire. Hay dos clases de reguladores de tiro para las unidades de ventana. Uno de ellos se coloca al frente de la rejilla de la unidad. Estos reguladores permiten la entrada del aire a la habitación. El otro tipo está colocado dentro de la unidad. Es un dispositivo mecánico. Se opera mediante un botón situado en el panel de control de la unidad.

El botón del regulador de tiro controla el movimiento del aire exterior a través de la unidad y hacia adentro de la habitación. Esto se llama ventilación. También controla el movimiento del aire interior, a través de la unidad, hacia el exterior. Esto se llama escape.

TOPE INTERIOR *(inside stop).* Es un corte interno en la ventana de guillotina en el que se deberá instalar una ménsula para impedir que la ventana inferior pueda levantarse y deje caer la unidad de aire acondicionado.

TRAVESAÑOS *(muntins).* Son las partes de una ventana de bisagras que separan los paneles de vidrio. Pueden hacerse de madera o de metal.

El ciclo de refrigeración

El ciclo básico de refrigeración consiste en una serie de cambios que experimenta el

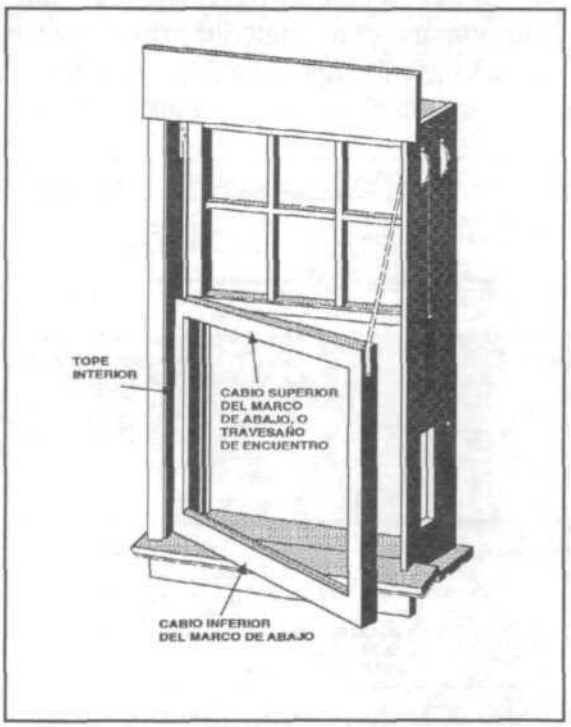


Figura 46-3. Partes principales de una ventana de guillotina.

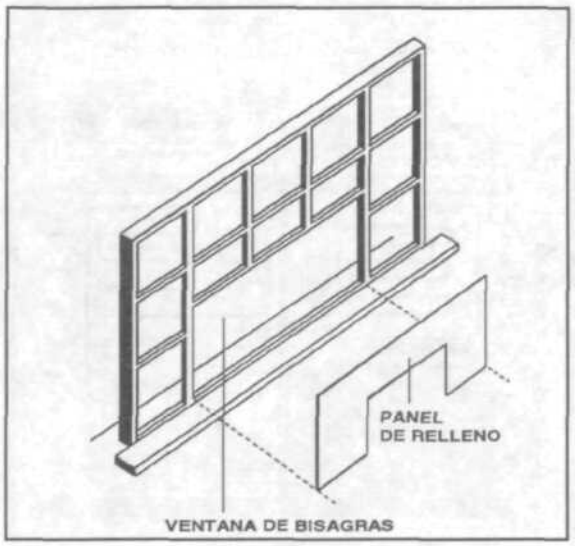


Figura 46-4. Cuando se instala una unidad de aire acondicionado en una ventana de bisagras, es necesario cortar algunos travesanos.

estado del refrigerante. Estos cambios de estado son los que hacen posible que el refrigerante realice su trabajo. El refrigerante debe ser capaz de eliminar el calor de la sustancia que va a ser enfriada. Para ello, debe hervir y evaporarse y, luego, volver a su estado líquido. Así, puede volver a realizar el trabajo de enfriar. Para volverse líquido nuevamente, tiene que ser enfriado, lo cual lo condensa. Esta es la función del condensador.

Los cuatro pasos del ciclo básico de refrigeración son éstos:

Evaporación

Compresión

Condensación

Caída de presión

Vamos a estudiar paso a paso el ciclo básico de refrigeración, con la ayuda de la Figura 46-5. El sistema ilustrado en esta figura utiliza un compresor hermético. Su dispositivo para el control del flujo es una válvula de expansión automática.

Paso 1. **Evaporación**

En este paso, el refrigerante se encuentra en el evaporador. Cuando entra en el evaporador, está en estado líquido. Está a baja presión y a baja temperatura. Aquí, absorbe calor del material o el espacio que está siendo enfriado. Al absorberlo, hierve y se evapora. Se convierte en un gas caliente. Recuerde que todavía está a baja presión.

Paso 2. **Compresión**

En este paso, el refrigerante en estado de gas se encuentra en el compresor. Está a presión. El compresor extrae gas refrigerante a través de la línea de succión del evaporador. El gas refrigerante está caliente y todavía a baja presión. El compresor lo comprime hasta que su temperatura es más alta que la del condensador. Lo hace aplicando más presión sobre el refrigerante. Como usted ya sabe, cuando se aumenta la presión también se aumenta el calor. Además, esta presión proporciona la fuerza que empuja al refrigerante a través del condensador y la línea del líquido.

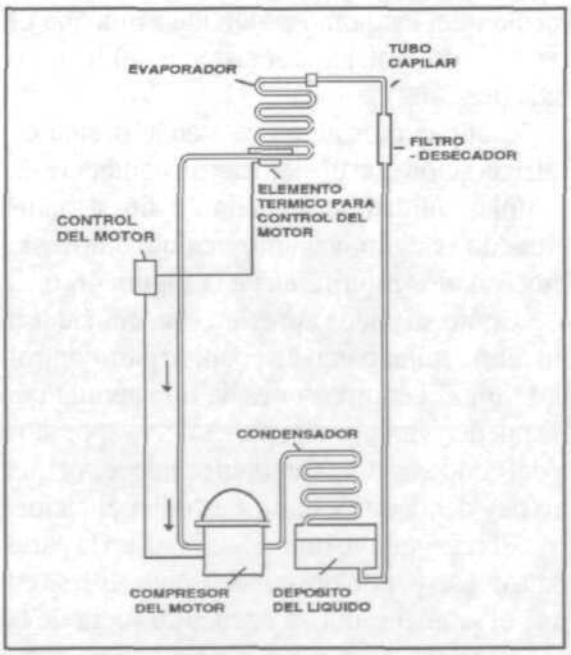


Figura 46-5. Los pasos del ciclo básico de enfriamiento son cuatro.

Paso 3. **Condensación**

En este paso, el refrigerante se encuentra en el condensador. Aquí pierde calor. El aire que pasa por encima del serpentín del condensador le extrae el calor al refrigerante. Este regresa a la forma líquida mediante este proceso. El refrigerante líquido está frío y todavía sometido a alta presión. Fluye hacia el depósito, que lo almacena. Permanece ahí hasta que es extraído a través del dispositivo para control del flujo.

Paso 4. **Caída de presión**

En este paso, el refrigerante líquido pasa a través del dispositivo para control del flujo. En la Figura 46-5, éste es una válvula de expansión automática. Podría ser un tubo capilar o algún otro tipo de dispositivo. Al pasar por el dispositivo para el control del flujo, el refrigerante pierde presión. El refrigerante líquido necesita perder presión, pues de otro modo no podría transformarse en un gas. No podría absorber calor, y por lo tanto no podría enfriar nada. Además, el dispositivo para el control del flujo mantiene un flujo constante de refrigerante líquido en dirección del evaporador. Divide asimismo el lado de alta presión del sistema del lado de baja presión.

Comparemos ahora este ciclo básico de refrigeración con el ciclo correspondiente de la típica unidad de ventana de aire acondicionado. Según vayamos estudiando este proceso, nos referiremos a la Figura 46-6.

Como se puede apreciar, esta unidad usa un tubo capilar como dispositivo para control del flujo. El compresor es de tipo hermético. Se pueden ver los serpentines del evaporador y del condensador. También se puede ver que no hay depósito. Vamos a estudiar el ciclo.

El refrigerante líquido se junta en la parte baja del serpentín del condensador. Fíjese en que el condensador se encuentra fuera de la casa. De ahí, el refrigerante líquido es dosificado al evaporador mediante el tubo capilar. Cuando la unidad está en funcionamiento, el

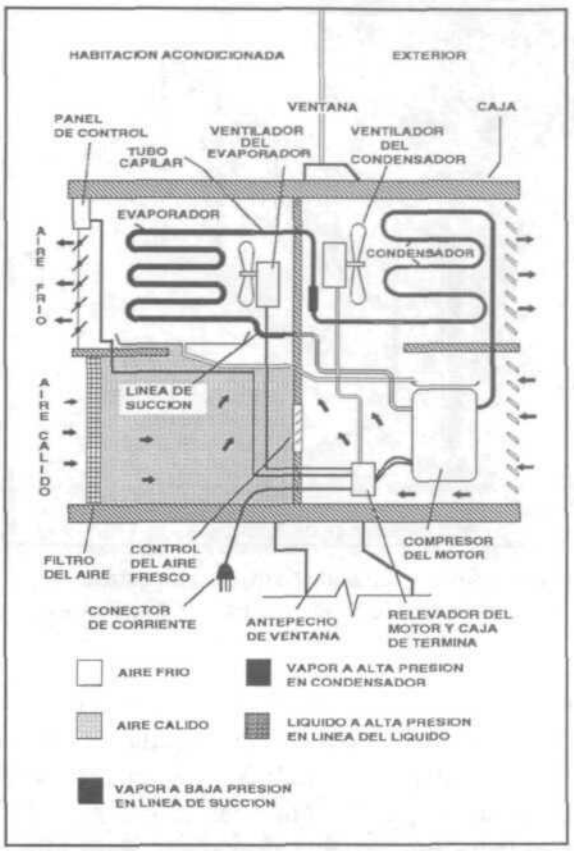


Figura 46-6. El ciclo de refrigeración del típico acondicionador de aire de ventana tiene también cuatro pasos.

refrigerante que hay en el evaporador está a baja presión.

En el evaporador, el refrigerante absorbe calor y hierve, convirtiéndose en un vapor a baja presión. El calor absorbido por el refrigerante es el que está en los serpentines del evaporador. Ese calor procede del aire caliente de la habitación. Un ventilador extrae ese aire de la habitación y lo hace pasar a través de un filtro y por encima del serpentín del evaporador. Al pasar por encima del serpentín, se deshace de su calor. El refrigerante que hay dentro del serpentín absorbe el calor. Luego, el aire fresco es enviado nuevamente a la habitación.

Cuando el refrigerante sale del evaporador, es un gas a baja presión. Se le extrae hasta el compresor a través de la línea de succión. En aquél el gas a baja presión se convierte en gas a alta presión. Conforme

aumenta la presión del gas, aumenta también el calor. El compresor bombea al condensador el gas a alta presión.

El serpentín del condensador se encuentra en el exterior. A medida que el aire caliente, a alta presión, fluye a través de él, el aire del exterior, que está más frío, fluye por encima del serpentín y se lleva el calor del gas. El gas vuelve al estado líquido. El refrigerante está listo para iniciar un nuevo ciclo.

Las funciones de un acondicionador de aire de ventana

Los acondicionadores de aire de ventana tienen cinco funciones, que son:

Enfriar

Calentar

Deshumedecer

Filtrar

Hacer circular el aire

Acabamos de estudiar la función enfriadora de los acondicionadores de aire de ventana. Veamos las otras funciones.

Calentar

Los acondicionadores de aire de ventana usan electricidad para proporcionar calor. La electricidad es, entre todas las fuentes de calor, la más limpia y de más fácil uso.

Hay tres métodos principales de usar la electricidad para fines de calefacción. El primero es el de la calefacción de resistencia. El segundo es el de la bomba de calor. El tercero es una combinación de la bomba de calor y la calefacción de resistencia. La mayoría de las unidades de ventana usan el método de la calefacción de resistencia, que será el que estudiaremos en detalle.

El elemento de calefacción de resistencia se compone de las siguientes piezas:

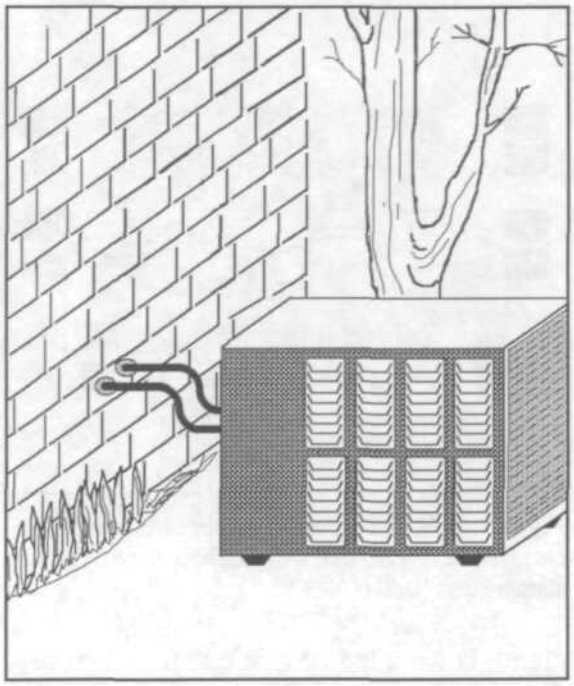


Figura 46-7. Una típica bomba de calor.

un alambre de resistencia

soportes con aislante

terminales

Casi todos los elementos calefactores están hechos de alambre de nicromio. Como se ha dicho más atrás, el alambre de nicromio se fabrica con níquel y cromio. Las tres clases de elementos de resistencia usados para la calefacción eléctrica son las de alambre abierto, cinta abierta y alambre entubado.

El elemento de alambre abierto es como un resorte. Va montado en unos aisladores de cerámica que impiden que haga cortocircuito con el bastidor metálico. Debido a su forma, no reduce tanto la velocidad de la corriente de aire como lo hacen las otras dos clases. Además, su caída de presión de aire es inferior. Los elementos de alambre abierto se mantienen más fríos. Como están abiertos, dejan escapar todo su calor hacia la corriente de aire. Duran más que las otras dos clases.

El elemento de cinta abierta es más eficiente que el de alambre abierto. Por ser

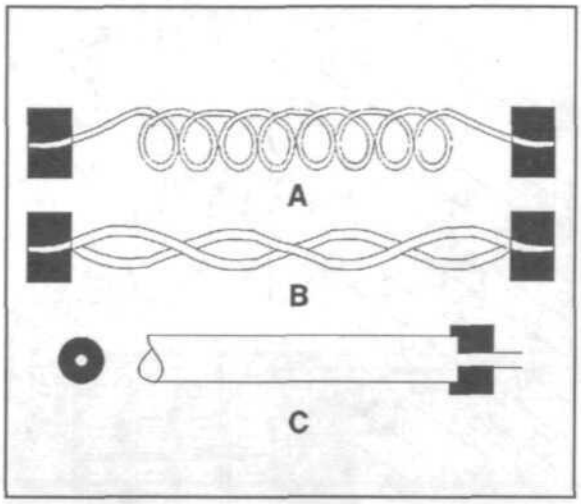


Figura 46-8. Elementos calefactores eléctricos. De alambre abierto *(A)*. De cinta abierta (B). De alambre entubado (C).

plano, la cantidad de aire que toca la superficie calefactora es mayor. Pero también es más costoso de fabricar. De manera que se sigue prefiriendo el tipo de alambre abierto.

Como su nombre indica, el elemento de alambre entubado lleva el alambre dentro de un tubo. Entre éste y el alambre hay un polvo de óxido de magnesio, que actúa como aislador. Aisla el alambre del tubo. El tipo de alambre entubado es el menos eficiente de los tres tipos. Para poder llegar al aire, el calor tiene que pasar a través del óxido de magnesio y del material del tubo. Además, esta clase de elemento tiene menos duración porque debe trabajar a temperaturas más altas. Sin embargo, es más seguro por tener aislante.

Deshumedecer

Los sistemas de refrigeración hacen que baje la temperatura del aire. Esto aumenta la humedad relativa. O, lo que es igual, aumenta la cantidad de humedad que el aire contiene a la temperatura más baja. Por ello, es necesario disminuir algo la humedad, para que el aire resulte más confortable.

Cualquier sistema de refrigeración puede servir también como deshumedecedor. El aire pasa por encima del serpentín de enfriamiento. La humedad del aire se condensa, transformándose en agua. Un sistema de drenaje se lleva el agua.

Filtrar

Es común que los acondicionadores de aire de ventana usen filtros adhesivos para limpiar el aire. Estos filtros pueden ser permanentes o desechables. Antes de obstruirse, pueden eliminar hasta 90 por ciento de las impurezas. Como ya sabe, siempre que se tapen deberán ser limpiados o reemplazados. Y aunque no ocurra esto, conviene reemplazarlos o limpiarlos dos veces al año.

Los filtros adhesivos funcionan mejor que de costumbre cuando están sucios. Por extraño que parezca, es cierto. ¿Cuál es la razón? A medida que se ensucian, la basura acumulada aumenta la superficie del filtro, por lo que hay una superficie más grande para atrapar impurezas. Claro está que esto funciona sólo hasta cierto grado. O sea, hasta el punto en que el filtro está ya tan sucio que reduce demasiado la velocidad del aire.

Los filtros desempeñan dos tareas en los sistemas de aire acondicionado. Protegen el equipo y promueven la salud. En las unidades de ventana, el aire de la habitación pasa a través del filtro antes de fluir por encima del evaporador. De manera que el filtro impide que el polvo y otros contami-

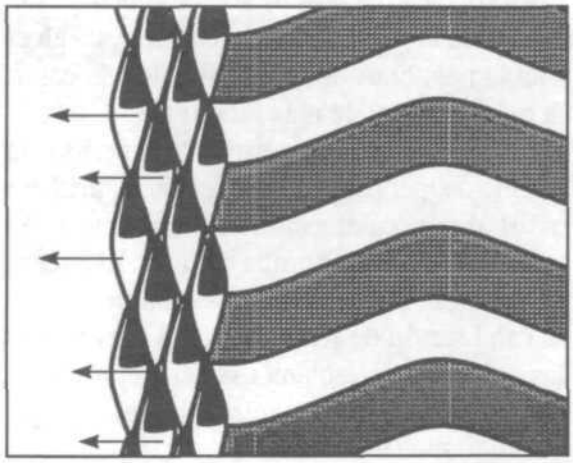


Figura 46-9. Los filtros adhesivos se deben lavar o reemplazar siempre que se tapen.

nantes lleguen al ventilador y al evaporador. Si la unidad se encuentra en su modalidad de calentamiento, el filtro impide que la basura entre a la cámara de calefacción. Y como sabemos, los filtros también limpian el aire.

Los contaminantes suspendidos en el aire que los filtros eliminan son:

- Partículas sólidas
- Líquidos
- ☞ Gases
- Vapores

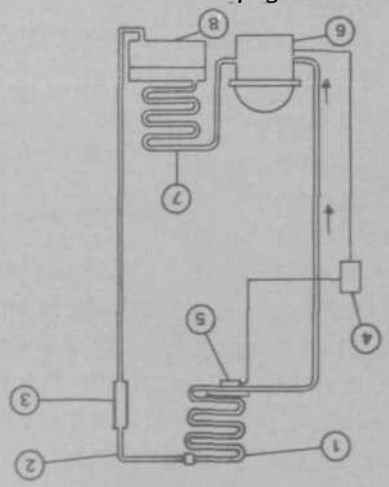
Entre las partículas sólidas que lleva el aire se cuentan el polvo, las emanaciones y el humo. ¡Cada partícula de polvo puede contener hasta 125,000 gérmenes! El polvo también contiene basuras, hollín, herrumbre, fibras, pelo de animales, productos químicos, compuestos, polen, moho y otras materías. Resulta obvio que la filtración del aire en una unidad de calefacción contribuye a la buena salud. Las emanaciones son partículas químicas de lo que antes fueron sólidos. El humo proviene de materiales que son quemados parcialmente.

La llovizna y la niebla son algunos de los contaminantes líquidos. La llovizna se compone de pequeñísimas partículas líquidas, y a menudo lleva materias químicas. Las neblas también son pequeñas partículas líquidas, pero se forman por condensación. La presencia de la niebla significa que el aire ha alcanzado su punto de saturación para ese líquido. También las nieblas llevan materias químicas.

Entre los gases se cuentan el monóxido de carbono, los óxidos de azufre, los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos. El llamado *smog* se produce cuando estos gases se mezclan con la humedad. Los vapores son gases que se condensan a temperaturas y presiones normales.

Ejercicio de Autoevaluación

Identifique las partes de este ciclo básico de refrigeración.



Respuestas

1. Evaporador 2. Tubo capilar 3. Filtro secador 4. Control del motor 5. Elemento térmico del control del motor 6. Motor compresor 7. Condensador 8. Recipiente acumulador.

Hacer circular el aire.
En una próxima lección nos dedicaremos a estudiar la distribución y circulación del aire. En ésta, las discutiremos en función de las unidades de ventana. La unidad de ventana debe ser lo suficientemente grande como para que pueda contener el aire necesario para enfriar la habitación. Más adelante, en esta misma lección, le diremos cómo se escogen los tamaños de las unidades. Su tamaño debe hacer posible que el aire circule en forma adecuada por la habitación. La unidad debe satisfacer tres requisitos, que son:

Las temperaturas pueden diferir sólo ligeramente en los distintos puntos de la habitación.

Las temperaturas pueden diferir sólo ligeramente entre el piso y el techo.

Las temperaturas pueden diferir sólo ligeramente entre las paredes interiores y las paredes exteriores.

Cuando un sistema no hace circular bien el aire, éste se estratifica; o sea, que forma capas superpuestas.

Hay dos métodos básicos que pueden utilizarse para hacer circular el aire. En algunas unidades de ventana hay cabida para ambos. Dichas unidades permiten al dueño dejar que el ventilador funcione todo el tiempo, o hacer que el compresor controle el ventilador. Si el aire es forzado intermitentemente, el compresor controla el ventilador. Cuando el compresor comienza a trabajar, el ventilador también lo hace. Si el aire es forzado de manera continua, el ventilador empieza a trabajar. Funciona durante todo el tiempo, independientemente de que el compresor esté o no trabajando. El sistema de aire forzado continuamente parece ser cada vez más popular. Si el ventilador funciona constantemente la temperatura de la habitación se mantiene más estable.

Las unidades de ventana también pueden ventilar. En tales casos, permiten introducir en la habitación aire del exterior y echar afuera el aire del interior.

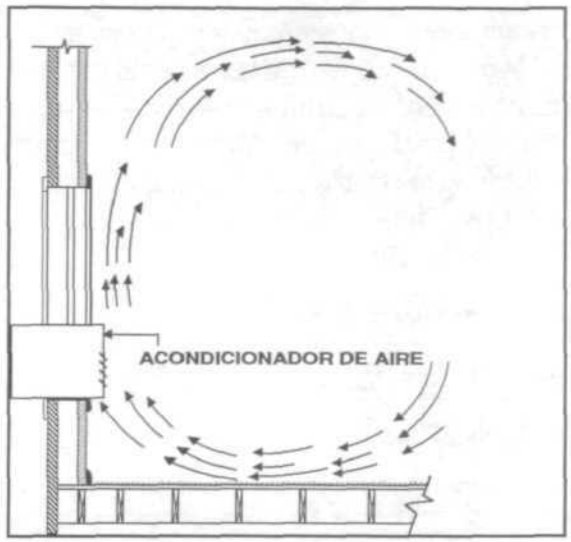


Figura 46-10. Esta unidad hace un buen trabajo haciendo circular el aire.

Las partes del gabinete

El gabinete del acondicionador de aire de ventana se compone de estas partes:

entrada del aire

filtro

salida del aire

divisiones expansibles

control del termostato

control del ventilador

regulador del tiro

En la Figura 46-11, el filtro se encuentra detrás de la entrada del aire.

Las unidades difieren en el diseño del gabinete. También se diferencian por la manera en que están colocadas sus partes, tanto en el exterior como en el interior. El aire de la habitación entra a la unidad por la entrada del aire. Es absorbido a través del filtro que se encuentra detrás de dicha entrada. Es un filtro adhesivo, pero podría ser uno perma-

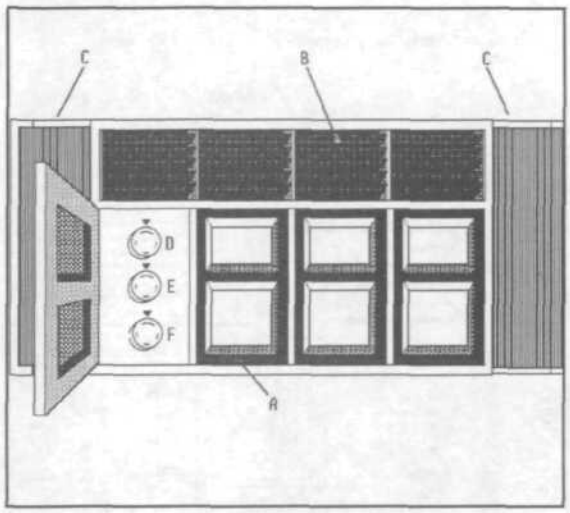


Figura 46-11. Partes del gabinete. Entrada del aire *(A).* Salida del aire *(B).* Divisiones expansibles (C). Control del termostato *(D).* Control del ventilador *(E).* Regulador del tiro *(F).*

nente. Los filtros permanentes se deberían limpiar por lo menos dos veces al año. Podría ser un filtro desechable. Los filtros desechables también se deberían cambiar por lo menos dos veces al año. Pero en caso de que un filtro se obstruya antes de que transcurra ese tiempo, limpíelo o cambíelo antes.

Es muy importante que el filtro trabaje en forma debida, porque así protege las partes internas de la unidad y a las personas contra los contaminantes, entre ellos las partículas sólidas, los líquidos, los gases y los vapores.

Una vez enfriado, el aire fluye de regreso a la habitación a través de la salida del aire. Los respiraderos de la salida del aire pueden ajustarse de manera que suministren el mejor enfriamiento para la habitación.

Las divisiones expansibles son necesarias para la instalación. Se expanden para ajustarse a los diferentes anchos de las ventanas. Es frecuente que estas divisiones estén hechas de vinilo pesado, para que proporcionen buen aislamiento.

El control del termostato es una perilla o un cuadrante, y se usa para fijar la temperatura deseada, ya sea caliente o fría. Por lo general, se le llama control de temperatura. Muchas de estas perillas tienen números alrededor. La Figura 46-12 muestra la perilla de un termostato para una unidad que enfría y calienta.

La perilla, o cuadrante, de control del ventilador controla la velocidad de éste. Casi todas las unidades tienen dos velocidades, una alta y una baja. Las hay que tienen tres. En la Figura 46-12, la perilla de control del ventilador es para tres velocidades. Este ventilador también controla la actividad de calentamiento o enfriamiento de la unidad. En la mayoría de las unidades de ventana, la perilla de control del ventilador es el interruptor del control. Cuando se pone en funcionamiento el ventilador, también la unidad comienza a funcionar.

La perilla, o el cuadrante, del regulador del tiro controla la ventilación de la unidad. Es frecuente que se conozca como el control de los respiraderos. Cuando está en posición cerrada, no permite que el aire del exterior entre o salga. En la posición de evacuación, deja que salga el aire del interior. Y en la posición de respiradero, deja que entre el aire del exterior.

El termostato es un control sensible a la presión. El ventilador funciona con electricidad. El regulador de tiro se controla por niveles. Constituye un control mecánico. Discutiremos cada una de estas partes detalladamente más adelante.

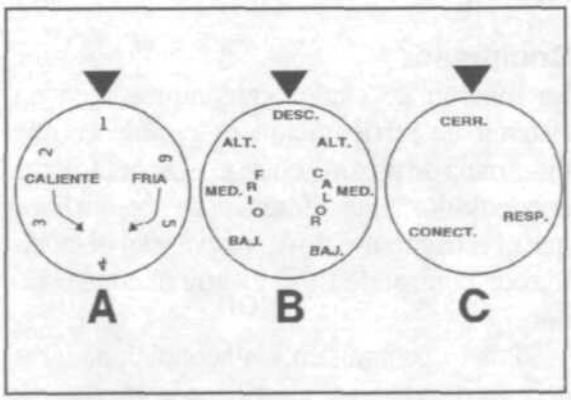


Figura 46-12. Controles. Control del termostato *(A).* Control del ventilador *(E).* Control del regulador de tiro (C).

Las partes del acondicionador en un acondicionador de aire de ventana

Las partes del acondicionador en un sistema de ventana de acondicionamiento de aire son aquellas que afectan la condición del aire. En otras palabras, son las partes que enfrían, calientan, hacen circular, deshumedecen y limpian el aire. Enumeremos esas partes:

« compresor

condensador

evaporador

líneas de refrigerante

dispositivo de control de flujo

elemento calefactor

ventilador

termostato

regulador de tiro

deshumidificador

La Figura 46-13 muestra la mayoría de estas partes. Observará que en ella el dispositivo de control de flujo es un tubo capilar, pero podría haber sido otra cosa. Más adelante se discutirán cada una de estas partes en detalle.

Compresor

La función de cualquier compresor en un sistema de refrigeración es establecer una diferencia de presión entre el evaporador y el condensador. Esta diferencia de presión hace que el refrigerante fluya a través del dispositivo de control de flujo y entre al condensador.

Por lo general, en los acondicionadores de aire de ventana se utilizan compresores herméticos alternativos. Los compresores alternativos se componen de muchas piezas.

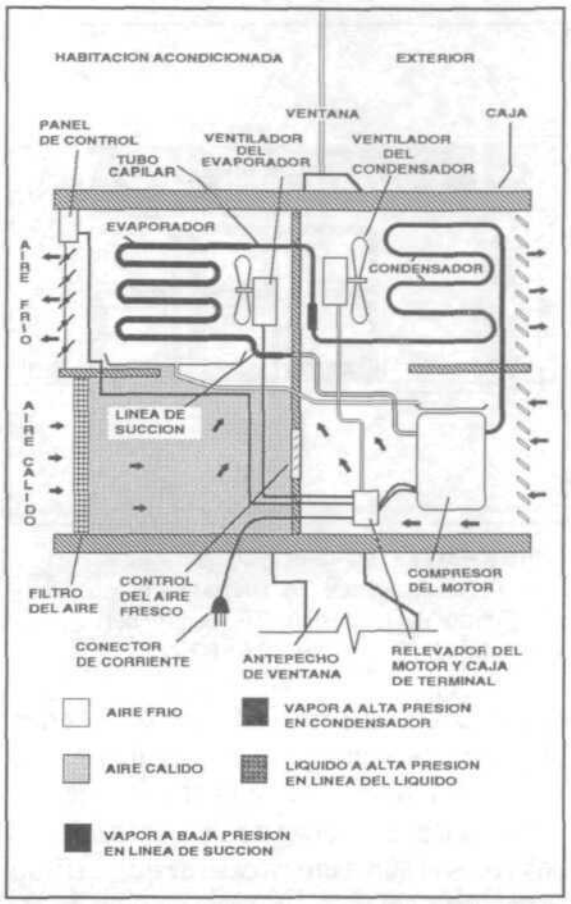


Figura 46-13. Un acondicionador de aire de ventana calienta y enfría.

Las estudiamos en detalle en una lección anterior. Asimismo, estos compresores vienen en distintos tamaños, y los más pequeños son los que se utilizan en las unidades de ventana. Lo más frecuente es que tengan una sola disposición de pistón y cilindro. Se conocen como compresores planos. La Figura 46-14 muestra el interior de uno de ellos.

También hay un compresor alternativo de cilindros gemelos que se utiliza en las unidades de ventana. Su velocidad es de **1,750 rpm.**

Los compresores se calientan y necesitan enfriamiento. Cuando un sistema enfría el compresor, elimina parte del sobrecalentamiento del gas refrigerante. Con ello, se reduce y facilita el trabajo que tiene que hacer el condensador.

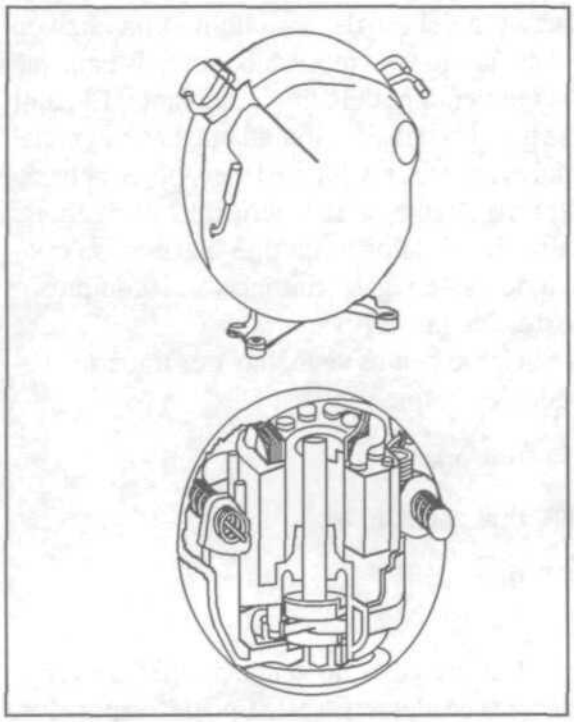


Figura 46-14. Los compresores planos de un solo cilindro tienen una velocidad de 3,500 rpm.

Para enfriar el compresor, los sistemas usan aire, agua, refrigerante y aceite. Las unidades de ventana usan una combinación de aire y agua. La humedad se acumula en los serpentines del evaporador. Esta agua se vacía en un colector de gotas localizado debajo del evaporador. Fluye luego hacia el depósito que está debajo del compresor, y al evaporarse refresca el aire de su alrededor. Entonces, el aire enfría el compresor y el condensador.

Como usted sabe, un compresor hermético está sellado. No resulta sencillo desmontarlo para reparaciones. No obstante, este sistema no requiere un sello del eje y ello simplifica el problema de las fugas.

Condensador

El condensador convierte el gas refrigerante en un líquido. Para hacer este cambio de gas a líquido, elimina calor del gas comprimido. Cuando el gas refrigerante entra al condensador, tiene diversas clases de calor:

calor absorbido en el evaporador

calor absorbido al enfriar el líquido del condensador hasta la temperatura de evaporación

calor absorbido en la línea de succión y en la cámara del cilindro

calor generado por la compresión

El condensador elimina todo este calor. Al desaparecer el calor, el gas vuelve al estado líquido. Entonces se encuentra listo para volver a circular por el sistema.

Los condensadores se componen de serpentines y aletas. Conforme el gas refrigerante caliente pasa por los serpentines, el aire que fluye por encima de éstos y de las aletas se lleva el calor consigo. El calor se transfiere del interior del condensador al aire exterior.

Los condensadores se pueden dividir en grupos de acuerdo con su diseño. Hay tres tipos de diseño de condensadores:

Enfriados por aire

Enfriados por agua

Evaporativos

Los condensadores de las unidades de ventana se enfrían por aire. Estos aparatos son de dos tipos: condensadores de convección natural y condensadores de convección forzada. Los primeros dirigen el calor hacia el aire exterior mediante el flujo natural del aire. Se llaman también condensadores estáticos. Los segundos se diferencian sólo en una cosa. Usan un ventilador o un fuelle para ayudar a dirigir el calor hacia el aire exterior. Se llaman también condensadores de aire forzado. Por lo general, en los acondicionadores de aire de ventana se utiliza un ventilador. Lo puede ver en las figuras que le hemos mostrado.

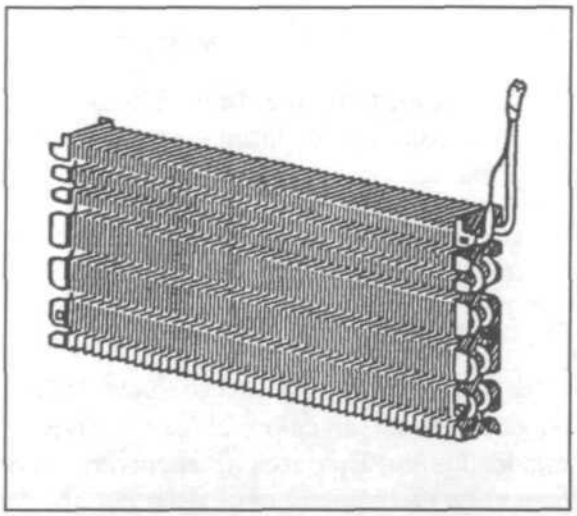


Figura 46-15. En las unidades de ventana se utilizan evaporadores de aletas.

Evaporador

En las unidades de ventana, el evaporador es el que enfría el aire. Como sabe, el calor siempre va de las sustancias más calientes a las sustancias más frías. Por lo tanto, la temperatura del refrigerante líquido que hay en el evaporador siempre debe ser más baja que la temperatura del aire circundante. El calor se traslada del aire circundante hasta el metal del evaporador; y luego del evaporador hacia el refrigerante de su interior. El refrigerante absorbe el calor hasta que hierve y se convierte en un gas. Entonces, el compresor extrae el gas del evaporador.

Como hemos visto, hay tres tipos de evaporadores, que son:

tipo anaquel

tipo concha

tipo aletas

Las unidades de ventana utilizan evaporadores de aletas. En este tipo de evaporador, las aletas están fijadas en los serpentines. Así se obtiene una gran superficie de en-

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Los filtros permanentes de los acondicionadores de aire del tipo de ventana se deben limpiar por lo menos_____veces al año.

2. En la mayoría de las unidades de ventana, la perilla de control del ventiladores el interruptor del_____.

3. En un acondicionador de aire del tipo ventana, el condensador convierte el_____ refrigerante en líquido.

4. Existen tres tipos de condensadores: enfriados por aire, enfriados por_____y evaporativos.

5. Las unidades de ventana utilizan evaporadores de_____.

Respuestas

1. dos 2. control 3. gas 4. agua 5. aletas

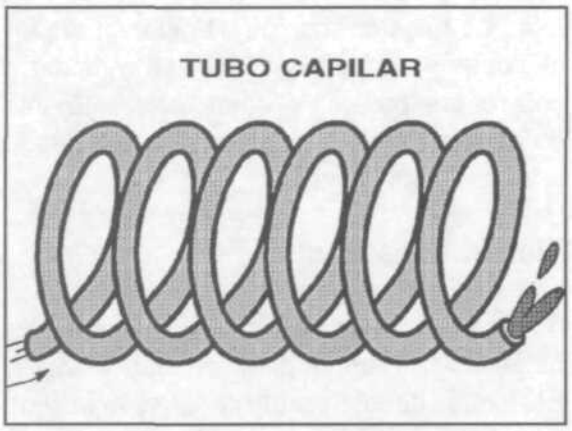


Figura 46-16. Este tipo de dispositivo para el control del flujo es el que más se usa en las unidades de ventana.

friamiento. Un ventilador hace circular el aire por el evaporador.

Dispositivo de control del flujo

Este dispositivo controla el flujo del refrigerante líquido hasta el evaporador. También divide el lado de alta presión del sistema del lado de baja presión. De manera que se encuentra entre el condensador/compresor y el evaporador. Funcionan por medio de la temperatura, la presión, la electricidad o una combinación de ellas.

Si no hubiera un dispositivo para el control del flujo, el refrigerante líquido fluiría hasta el evaporador al mismo ritmo al que fuera bombeado en el condensador. Ningún evaporador podría mantenerse a la par de un compresor y un condensador. El refrigerante líquido arruinaría las válvulas y los cojinetes del compresor.

Hay cuatro tipos principales de dispositivos para el control del flujo. Vamos a estudiarlos a continuación.

El tubo capilar. Este es el más sencillo de todos los dispositivos para control del flujo. También es el que más se usa en las unidades de ventana. Como usted sabe, se trata de un tubo que es muy pequeño por dentro. El refrigerante fluye entre el condensador y el evaporador a través del tubo capilar. El tamaño interior del tubo es el que determina cuánto refrigerante fluye por él. Por lo tanto, el tamaño del tubo capilar debe "corresponder" con el del sistema. En otras palabras, sólo debe permitir el paso de la cantidad correcta de refrigerante. Para hacer esto, el tubo capilar se vale de la presión.

Cuando el compresor está funcionando, el pequeño tamaño interno del tubo capilar impide el paso del refrigerante líquido. Esto hace que aumente la presión en el condensador. También deja que el refrigerante fluya despacio hacia el evaporador. Cuando el compresor no funciona, el tubo capilar deja que se equilibren las presiones de los lados de alta y de baja. Por esto el refrigerante deja de fluir hacia el evaporador.

La válvula de expansión termostática. Actualmente, éste es el más popular de los dispositivos para control del flujo. Trabaja a base de temperatura y presión. Se compone de un bulbo y una aguja. El bulbo contiene un líquido que reacciona a la temperatura. Cuando la temperatura del bulbo es más alta que la del evaporador, el líquido que hay en el bulbo se expande y hace presión sobre la aguja. Entonces, la aguja abre la válvula. Cuanto más caliente está el evaporador, tanto más ancha es la abertura de la válvula. Esta abertura de la válvula dosifica la cantidad de refrigerante que fluye al evaporador.

La válvula de expansión automática. Este dispositivo para control del flujo se ve igual a la válvula de expansión termostática. Sin embargo, es controlado por la presión, no por el calor. El compresor bombea gas refrigerante extrayéndolo del evaporador. Esto hace que baje la presión en el evaporador. La válvula de expansión automática siente que la presión es más baja, se abre y deja fluir más refrigerante hacia el evaporador.

La válvula de expansión termoeléctrica. Este es el más nuevo de los dispositivos para

control del flujo. Se compone de dos piezas. Una es una válvula; la otra, un paquete de sensores eléctricos que contiene resistencias térmicas o termistores. Qué tan bien las resistencias térmicas conduzcan la electricidad depende de su temperatura. Las resistencias térmicas se colocan en el refrigerante en la línea de succión. Están conectadas con el paquete de sensores. A medida que el refrigerante se calienta, las resistencias conducen más electricidad. Entonces, crece la abertura de la válvula, por lo que también aumenta el flujo del refrigerante. Por el contrario, a medida que el refrigerante se enfría, las resistencias conducen menos electricidad al sensor. La abertura de la válvula disminuye, y el flujo del refrigerante también disminuye.

Líneas del refrigerante

Las partes de un sistema de ventana de aire acondicionado no están conectadas directamente unas con otras, sino que están unidas por una red de líneas. Estas líneas transportan el refrigerante tanto en estado líquido como en estado gaseoso. Por lo general, están hechas de tubería de cobre. Como es natural, deben tener el tamaño correcto para la cantidad de líquido y vapor que han de transportar. Los sistemas de enfriamiento llevan tres tipos de líneas. La línea del líquido corre entre el condensador y la válvula de expansión. La línea de succión va del evaporador al compresor. La línea de descarga corre entre el compresor y el condensador. En una de las primeras lecciones tratamos en detalle acerca de estas líneas.

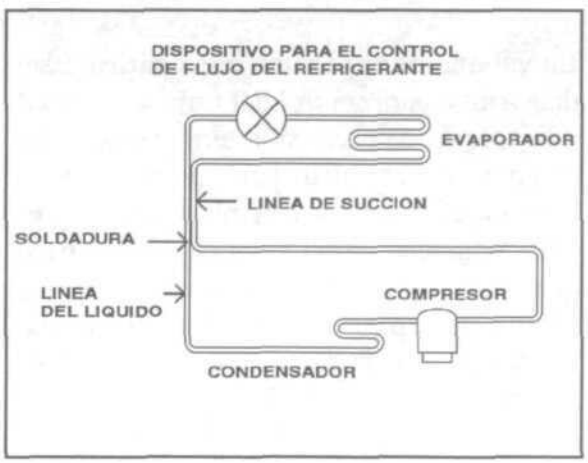


Figura 46-17. Línea del refrigerante.

Elemento calefactor

Casi todas las unidades de ventana que además de enfriar calientan utilizan un elemento calefactor de resistencia para producir el calor. El alambre de calefacción de resistencia tiene una alta resistencia en relación con su longitud. O sea que trabaja en contra de la electricidad que pasa por él. De manera que conforme la electricidad pasa por el alambre, éste se calienta. Puede llegar a calentarse mucho. Por lo tanto, al escogerlo se tiene en cuenta su resistencia a las altas temperaturas. Así que ¿cuáles son las cualidades del alambre que se usa en los elementos calefactores de resistencia?

Una alta resistencia a la electricidad

Una alta tolerancia del calor

Es necesario que tenga alta resistencia a la electricidad de manera que se caliente lo suficiente como para calentar el aire que pasa por arriba de él. Por la misma razón, debe tener una alta tolerancia del calor. El tipo de alambre que satisface estos requisitos se hace de una aleación de níquel y cromio llamada nicromio. Su alto contenido de níquel le da estas cualidades:

Poca herrumbre

Poca separación

Eso significa que no es fácil que el alambre se oxide o se rompa. Si un alambre de resistencia se rompe, es fácil repararlo. Basta con limpiar los dos extremos y empalmarlos. Aplíquele una generosa cantidad de bórax. Luego, aplíquele calor hasta que los dos extremos se fundan y se unan. En otras palabras, se deben soldar los extremos. Deje

que el alambre se enfríe y quítele cualquier bórax sobrante con un trapo húmedo.

Los elementos calefactores de resistencia se componen del alambre, unos soportes con aislante y unas terminales. Los soportes aislados evitan que el alambre toque cualquier otro objeto. Las terminales conectan el alambre que suministra la corriente eléctrica con el alambre de resistencia, o elemento calefactor.

Las tres clases de elementos calefactores usados para la calefacción eléctrica son las de alambre abierto, cinta abierta y alambre entubado.

Normalmente, el elemento de alambre abierto va montado sobre aislante de cerámica o mica. El alambre mismo está enrollado como un resorte, y montado sobre aislantes de cerámica. Los aislantes evitan que haga cortocircuito con el bastidor metálico. Los aspectos buenos del elemento de alambre abierto son éstos:

La velocidad del aire encima de los elementos se conserva casi igual

Su caída de presión del aire es menor que la de las otras dos clases

Deja que todo su calor escape hacia la corriente de aire

Se conserva más frío

Dura más que las otras dos clases

La cinta abierta funciona mejor que el alambre abierto. Por su diseño plano permite que una mayor cantidad de aire entre en contacto con la superficie calefactora. Pero la fabricación de este elemento es más costosa. De manera que se sigue prefiriendo el alambre abierto.

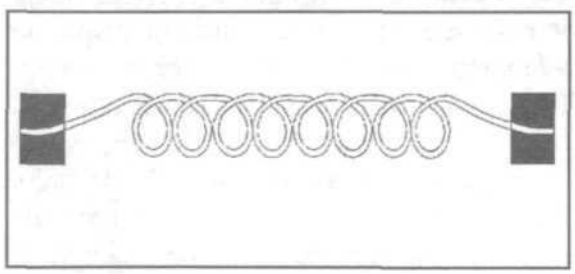


Figura 46-18. La fabricación de elementos calefactores de alambre abierto es bastante económica.

El elemento calefactor de la clase de alambre entubado va, obviamente, dentro de un tubo. Un polvo de óxido de magnesio actúa como aislante. Se encuentra entre el tubo y el alambre. Debido al aislante, los elementos de esta clase son muy poco eficientes. El calor tiene que pasar por el óxido de magnesio y por el tubo, antes de que pueda llegar al aire. Estos elementos tienen que trabajar a temperaturas más altas que las otras dos clases, por lo que duran menos tiempo. Sin embargo, son los más seguros de las tres clases.

Al instalar una unidad de ventana, los elementos calefactores se colocan escalonados. Esto permite que el calor se transmita en forma pareja y sirve para evitar que aparezcan puntos de sobrecalentamiento. Cada elemento está protegido por un interruptor que limita la temperatura que puede alcanzar. Esto se conoce como un control de límite. Cada elemento está protegido también por un fusible.

Los controles de límite son dispositivos de seguridad, ya que ponen un límite a la temperatura más alta que se le permite al

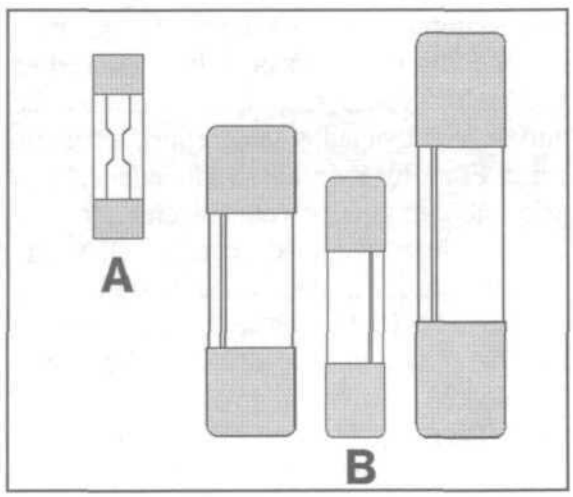


Figura 46-19. Fusibles. Fusible no recolocable de un solo elemento *(A)*. Fusibles con retardo de dos elementos *(B)*.

elemento calefactor. Si el elemento alcanza una temperatura alta, prefijada, el control de límite desconecta el calentador. Lo más frecuente es que los controles de límite se fijen para desconectar el dispositivo calentador si la temperatura sube entre -6.7°C (20°F) y 4.4°C (40°F) por arriba de la más alta fijada por medio del termostato.

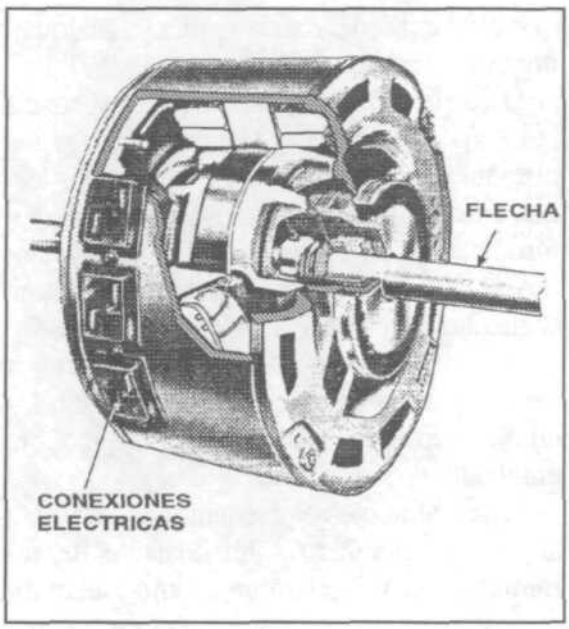
También los fusibles son dispositivos de seguridad. Interrumpen el circuito cuando éste se sobrecarga. Los tamaños estándar de los fusibles varían entre 15 y 300 amperios.

Los fusibles no recolocables se funden si se sobrecalientan. Cuando hay una sobrecarga, el fusible se calienta hasta que su centro se funde. El fusible con retardo de dos elementos está integrado por dos partes, que van soldadas una con otra. En caso de que haya una sobrecarga, las partes se abren; pero únicamente si la sobrecarga se prolonga. En caso de una sobrecarga repentina que dure poco tiempo, no se abren.

Ventilador

En las unidades de ventana, se utilizan dos tipos de motores para los ventiladores. Uno es el motor de fase dividida permanentemente, y el otro es el monofásico de inducción. Los motores de fase dividida son un tipo de motores monofásicos de inducción. Sus estatores tienen dos devanados. Cuando el motor arranca, se usan ambos devanados; y cuando alcanza su velocidad de marcha uno de los devanados se desconecta del circuito. El motor monofásico de inducción es un pequeño motor de corriente alterna. Arranca con una ligera carga de corriente. En una lección anterior tratamos detalladamente de los motores. La Figura 46-20 le muestra el tipo de motor que se podría utilizar para impulsar los dos ventiladores de una unidad de ventana.

Los conductores del motor del ventilador deben estar conectados en la forma debida. En caso contrario, el motor puede dañarse. El motor del ventilador tiene varios dispositivos de seguridad, los cuales lo desconectan en caso de que haya una sobrecarga.



Fígura 46-20. liste motor monofásico de inducción de dos flechas podría impulsar los ventiladores del evaporador y del condensador en un acondicionador de aire de ventana.

Termostato

Como usted sabe, el termostato es un control de la temperatura. En una de las lecciones anteriores estudiamos los termostatos en detalle. El termostato hace arrancar y detiene al compresor. Hace esto en respuesta a la temperatura del aire de la habitación que la unidad está enfriando o calentando. En otras palabras, el termostato es sensible a la temperatura. Tiene un bulbo que contiene bien un líquido o bien un gas. Este bulbo se llama bulbo calibrador. El líquido o el gas de su interior se expande o se contrae en respuesta a la temperatura. El bulbo calibrador se coloca en la corriente de aire procedente de la habitación. Esa corriente es la de regreso.

Digamos que la unidad se está enfriando. Cuando se eleva la temperatura del aire de regreso, el termostato hace que arranque el compresor. Cuando la temperatura desciende, hace que pare. Digamos ahora que la unidad se está calentando. Al elevarse la tempera-

tura del aire de regreso, el termostato apaga los elementos calefactores. Cuando la temperatura baja, los enciende.

Regulador de tiro

Un regulador de tiro es un dispositivo que controla el flujo del aire. Lo más frecuente en una unidad de ventana es que sea un control mecánico. Cuando se hace girar la perilla del regulador en el panel de los controles, una palanca mueve una puerta que se abre hacia el exterior. Tal vez se desee que la unidad enfríe el aire del exterior, y no que recircule el del interior. En tal caso, se pone el cuadrante del ventilador en la posición de enfriar, a velocidad baja, mediana o alta.

La perilla de la temperatura se fija en el nivel de enfriamiento deseado. Luego se pone la perilla del regulador en posición abierta. Quizá se desee echar el aire del interior al exterior. Si es así, se pone el cuadrante del ventilador en la posición de calentar o en la de enfriar, a la velocidad deseada. La perilla de la temperatura se pone en el 1 y la del regulador en respiradero.

Deshumidificador

Por lo general, las unidades de ventana no vienen equipadas con humidificadores. Tampoco tienen deshumidificadores. Pero cuando se enfría el aire, se le deshumedece en cierto grado. A medida que el aire se hace

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Dispositivo sencillo de control de flujo utilizado en las unidades de aire acondicionado del tipo de ventana _____

2. Dispositivo de control de flujo refrigerante que trabaja a base de temperatura y presión. _____

3. Parte de las unidades de ventana que se utiliza para producir calor. _____

4. Dispositivo de control de temperatura utilizado en las unidades de ventana. _____

5. Dispositivo que controla el flujo de aire que envía hacia la habitación una unidad de ventana . _____

a. elemento calefactor

b. termostato

c. tubo capilar

d. regulador

e. válvula de expansión termostática

Respuestas

1. c 2. e 3. a 4. b 5. d

de la humedad del aire lo deja, y se condensa en un depósito situado debajo del evaporador. No obstante, hay muchas unidades en las que un desagüe lleva el agua a un depósito que está debajo del compresor/condensador. Ahí, el agua se evapora y ayuda a enfriar el compresor y el condensador.

Diseño del receptáculo y requisitos de voltaje y amperaje

Cuando usted instale un acondicionador de aire de ventana, habrá muchas cosas que tendrá que hacer. En una lección posterior veremos los pasos para la instalación. Por ahora, discutiremos sólo lo primero que deberá hacer. Antes que nada, hay que determinar cuál es la corriente eléctrica disponible. Debe asegurarse de que haya voltaje suficiente para la unidad que va a instalar. ¿Es de 120 volts o de 240? Consulte la placa de datos. Le indicará el voltaje, así como el amperaje. Si tiene la línea de voltaje apropiada, necesita asegurarse de que haya el voltaje necesario en la toma de corriente.

Figura 46-21. Regulador del tiro.

En los Estados Unidos de América, el Código Nacional Eléctrico y la mayoría de los códigos locales siguen las reglas siguientes.

El amperaje de la unidad no debería exceder el 80% de la potencia indicada del ramal. Por ejemplo, un ramal de alambre del número 14 tiene una potencia indicada de 15 amperios. Ochenta por ciento de 15 es 12. La unidad que instale no puede tener una potencia indicada mayor de 12 amperios.

En ocasiones, el amperaje de la unidad es superior a 50% de la potencia indicada del ramal. En tales casos, solamente la unidad que usted instale podrá estar en ese circuito. Ni otras tomas de corriente ni otros aparatos eléctricos podrán estar conectados con ese circuito.

Otras veces, el amperaje de la unidad no excede de 50% de la potencia indicada de la unidad del ramal. En tales casos, si se pueden conectaren el circuito otras tomas de corriente y otros aparatos eléctricos. Pero el total de todas las tomas, de los aparatos y de la unidad de ventana no podrá ser mayor del 80% de la potencia indicada del ramal.

No se puede estar seguro de un circuito a menos que lo pruebe uno. Para ello, cargue el circuito con un tiro de corriente similar al de la unidad que desee instalar. En una lección anterior aprendió cómo se hace esto. Cuando se carga el circuito de esta manera, el voltaje no debería disminuir más del 10% por debajo del voltaje de la unidad. Si no disminuye más, el circuito se puede utilizar. Sin embargo no se olvide de seguir las reglas anteriores. En caso de que el voltaje sí disminuya más del 10% por abajo del voltaje de la unidad, tendrá que instalar un nuevo ramal.

La siguiente cosa que debe hacer es probar la clavija. Algunas unidades necesitan más corriente que la que puede suministrar un circuito de 120-V (volts) y 15-A (am-

VOLTS	AMPS
120	15
250	15
120	20
250	20
120	30
250	30
250	50

Figura 46-22. Posibles combinaciones de volts y amperes, para acondicionadores de aire de ventana.

peres). En la Figura 46-22 se enumeran las posibilidades de volts/amperes.

Para los distintos tamaños de tomas de corriente, se usan distintas clavijas y receptáculos. La diferencia radica en cómo están dispuestas las ranuras. Es lo que evita que las personas conecten en una toma de corriente un aparato eléctrico que no se debe conectar en ella. La clavija tiene que corresponder al enchufe o de lo contrario no podrá encajar en él.

El enchufe apropiado tendrá el alambre de calibre correcto para la unidad. En el siguiente epígrafe podrá aprender la manera de igualar el calibre del alambre con la unidad de ventana.

Alambres de calibre correcto para las necesidades de corriente

Cuando escoja el alambre para una instalación, deberá guiarse por el Código Nacional Eléctrico o por un código del lugar en el que se encuentre usted trabajando. El Código Nacional indica cuáles son los calibres mínimos requeridos. Si una instalación utiliza mucha corriente, es probable que tenga que obtener la autorización de las autoridades locales. A usted le corresponde investigar los códigos del lugar y respetarlos.

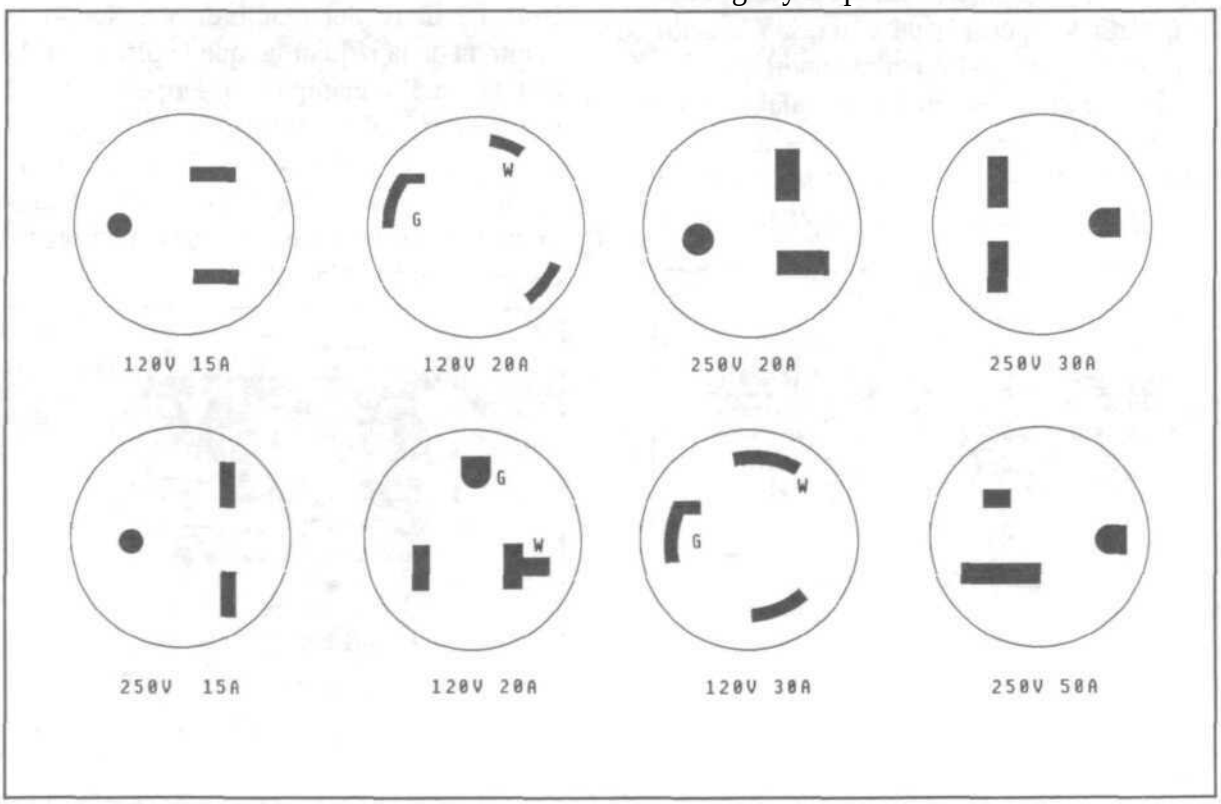


Figura 46-23. Tipos de clavijas que se encuentran en los acondicionadores de aire de ventana.

Asegúrese de que no vaya a perder demasiado voltaje a lo largo del alambre que escoja. Si el aparato necesita 20 volts para funcionar, asegúrese de que el alambre suministre cerca de 20 volts. Escoja un calibre que sea de poca resistencia por metro de longitud. Así podrá estar seguro de que la pérdida de línea de toda la longitud del alambre no va a traducirse en poco voltaje para el aparato.

Cinco por ciento es el máximo permitido para la caída de tensión entre el poste de la línea eléctrica principal y la ventana. Se puede perder hasta un 3% entre el poste y el panel de distribución de la casa. Y se puede perder hasta un 2% entre el panel y el aparato eléctrico.

Todos los alambres ofrecen resistencia a la electricidad que fluye por ellos. Cuanto más delgados sean, mayor será la resistencia. Esta resistencia se mide en ohms por unidad de longitud del alambre. Al aumentar la resistencia, también aumenta el calor del alambre. Y el calor reduce su fuerza. Cuanto más grueso sea el alambre, más corriente podrá transmitir sin pérdida de voltaje. Y cuanto más grueso, más calor podrá soportar.

Para escoger el calibre del alambre, es necesario conocer las necesidades de voltaje de la unidad. Esta información se encuentra en la placa de datos. También es necesario saber cómo calcular las caídas de tensión. Tres son los factores que afectan la caída de tensión. Estos son:

La longitud del alambre, en pies o centímetros

El flujo de corriente, en amperes

Los ohms de resistencia por pie de alambre

La fórmula para calcular la caída de tensión es ésta:

$$\text{Caída de tensión} \quad \frac{\text{Amperes x ohms}}{\text{pie x longitud del alambre}}$$

Las caídas de tensión se pueden calcular también con ayuda de una tabla. La Figura 46-25 muestra una de estas tablas, para la caída de tensión por 100 pies de alambre de cobre.

Para leer esta gráfica, una los amperes con el calibre del alambre. Vea luego la columna de la izquierda, que le dirá la caída de tensión. Por ejemplo: los amperes son 20 y la máxima caída permitida es 2. Siga el 20 hasta que se cruce con el 2. Si se puede escoger entre dos alambres, escoja el más grande. En este caso, debería usar alambre de cobre de calibre No. 10.

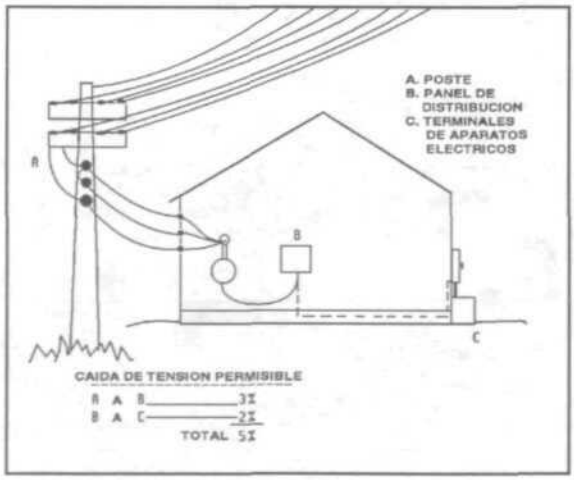


Figura 46-24. Las líneas pueden perder hasta 5% del voltaje total, entre el poste de suministro eléctrico y el acondicionador de aire de ventana.

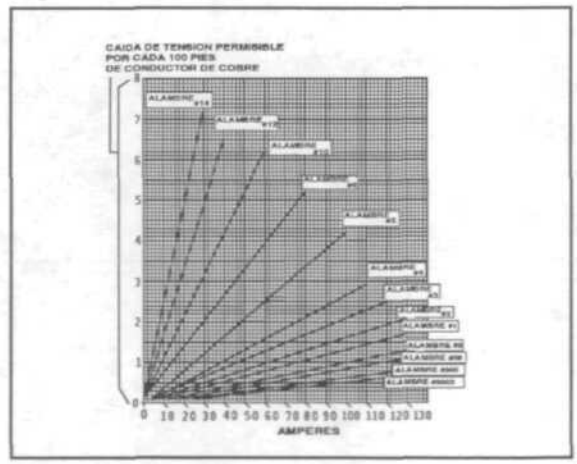


Figura 46-25. Caída de tensión por cada 100 pies de conductor de cobre.

También hay tablas para determinar el calibre del alambre. Siga estos pasos:

- Halle el voltaje máximo en el panel de distribución.
- Decida cuál es la caída de tensión permisible.
- Decida cuál debe ser la longitud del alambre alimentador.
- Decida cuál es la caída permisible por 100 pies de cable.

Recuerde que la caída de tensión permisible no debe exceder el 2% de la potencia indicada para el aparato eléctrico, cualquiera que sea éste.

Veamos un ejemplo. El voltaje máximo en el panel de distribución es de 230 volts. De manera que .02 x 230 = 4.6. Se permite una caída de tensión de 4.6 volts. La ruta del alambre tiene 115 pies. El alambre debe hacer un viaje redondo, por lo que la longitud total será de 230 pies. La caída permisible por cada 100 pies será: 4.6 voltios x 100 pies/230 pies = 2.0 voltios por 100 pies. Digamos ahora que la potencia indicada en amperes es 20. Utilice una tabla como la de la Figura 46-26 para decidir cuál es el calibre del alambre requerido. Si lo prefiere, puede utilizarla gráfica que le mostramos antes.

Viendo la tabla de izquierda a derecha, desde los 20 amperes, se aprecia que una caída de 2.0 volts porcada 100 pies es la más aproximada para un alambre de calibre No. 10.

Calibre del alambre					
Amps	#10	#6	#3	#1	#00
20	2.04	0.82	0.41	0.26	0.16
40	4.08	1.64	0.82	0.52	0.32
60	6.12	2.46	1.23	0.77	0.49
80		3.28	1.64	1.03	0.65
100		4.10	2.05	1.29	0.81
120			2.46	1.55	0.97

Figura 46-26. Tabla parcial para caída de tensión a lo largo de 100 pies de alambre.

Como se puede ver, el alambre se clasifica mediante un número de calibre. Cuanto más grande sea el número, tanto más chico será el calibre del alambre. Así, el alambre No. 10 es de menor calibre que el alambre No. 3.

Las partes de una ventana

El acondicionador de aire de ventana se llama así porque se monta en el antepecho de la ventana. Se instala de manera que su parte exterior quede inclinada hacia abajo. Así, el agua que sobre en el depósito del condensador podrá escurrirse. La unidad se monta también de manera que no se caiga del antepecho de la ventana. Y todas sus orillas se sellan, para que esté bien aislada.

Lo más frecuente es que las unidades de ventana se instalen en ventanas corredizas que tengan una abertura de entre 70 cm y 1 m. Estas son las llamadas ventanas de guillotina. Sin embargo, las unidades de aire acondicionado se instalan también en las ventanas de bisagras.

En la siguiente lección veremos los pasos para la instalación de las unidades en estos dos tipos de ventanas. Pero antes, es conveniente que conozca las partes de que se componen las ventanas. Son las que enumeramos más abajo.

- bastidor, o dintel
- yugo, o jamba superior
- jamba lateral
- cabio superior del marco de arriba
- poleas para las pesas del marco
- larguero del marco de arriba
- travesanos
- franja divisoria

cabio inferior del marco de arriba, o travesano de encuentro

pesa del marco de abajo

cabio superior del marco de abajo, o travesano de encuentro

cordón del marco de abajo

tope interior

tope ciego

ranura para el cordón del marco

tronera (que no todas las ventanas de guillotina tienen)

tapa de la tronera (que no todas las ventanas de guillotina tienen)

bastidor, o marco lateral

cabio inferior del marco de abajo

larguero del marco de abajo

antepecho

repisa

guarnición

¡Parece difícil que las ventanas tengan tantas partes! Podríamos recorrer la lista y definir cada uno de los términos, pero en este caso, realmente, una ilustración sirve más que mil palabras. Estudie la Figura 46-27, y luego hablaremos acerca de las partes de la ventana que son muy importantes para la instalación.

Las partes con las que se trabaja cuando se instala una unidad de ventana son las siguientes:

el cabio inferior del marco de abajo

el tope interior

el cabio superior del marco de abajo

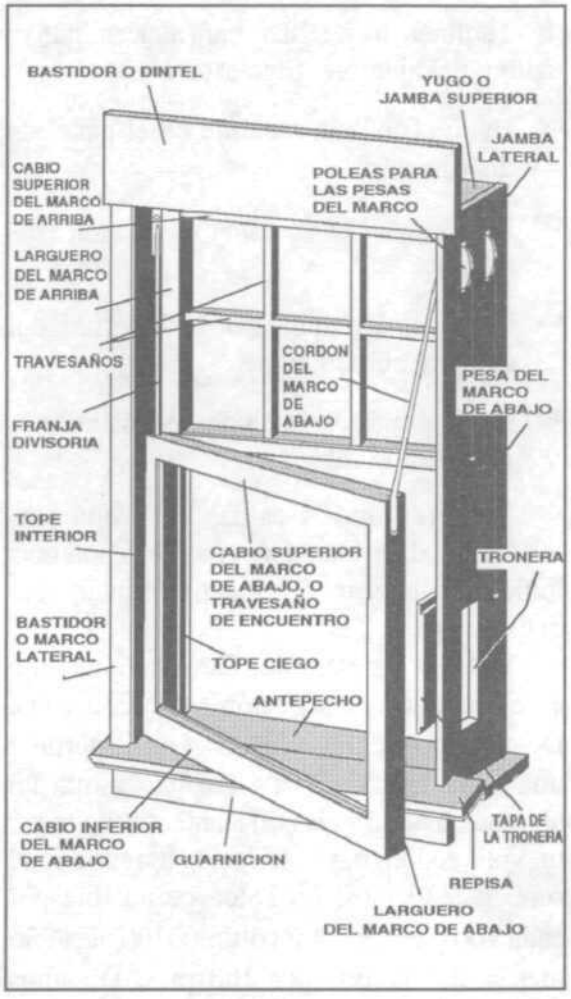


Figura 46-27. Partes de una ventana de guillotina.

el antepecho

los travesanos

El cabio inferior del marco de abajo es la parte que se cerrará sobre la parte superior de la unidad de refrigeración. Tendrá que poner una escuadra de enclavamiento en el tope interior, arriba del cabio superior del marco de abajo. Esta escuadra impedirá que se suba la ventana. Si ésta pudiera subirse, la unidad podría caerse. En el antepecho, instalará el bastidor de apoyo en el que se monta la unidad, y lo sujetará con tornillos o con una grapa para antepechos. Los travesanos son las partes que separan los cristales. Pueden estar hechos de madera o de metal. Es posible

que, para instalar unidades en ventanas de bisagras, tenga que quitar varios travesaños. En la próxima lección, le explicaremos en detalle la manera de instalar un acondicionador de aire de ventana.

Ejercicio de **Autoevaluación**

Encierre en un círculo la letra V si considera verdadera la afirmación, o la letra F *si la considera falsa.*

1. De acuerdo al Código Nacional Eléctrico de los Estados Unidos de América, el amperaje de una unidad de ventana no debe ser mayor del 80% de la potencia indicada del ramal. V F

2. En la instalación de una unidad de ventana, la caída de tensión entre el poste de la línea eléctrica principal y la ventana debe ser como máximo de 10%. V F

3. La caída de tensión se puede calcular con la ayuda de una tabla de valores o a través de la fórmula: V F

$$\text{Caída de tensión} = \frac{\text{Amperes x ohms}}{\text{pie x longitud del alambre}}$$

4. El acondicionador de aire de ventana se debe instalar de manera que su parte interior quede inclinada hacia abajo. V F

5. Las unidades de ventana frecuentemente se instalan en ventanas que tienen una abertura de entre 70 cm y 1 m. V F

Respuestas

1. V **2.** F (5% es el máximo permitido para la caída de tensión entre el poste y la ventana) **3.** V **4.** F (Se instala de manera que su parte exterior quede inclinada hacia abajo) **5.** V

Resumen

En esta lección nos hemos dedicado a estudiar las unidades de ventana de aire acondicionado. Vimos cómo funcionan, y conocemos sus partes eléctricas y mecánicas. Tratamos del gabinete y vimos lo que tiene adentro.

Ahora sabe usted que algunos acondicionadores de aire de ventana también calientan. En tales casos, lo más frecuente es que usen calefactores de resistencia de nicromio para producir calor. Es una especie de calor eléctrico. Se usa alambre de nicromio porque tiene una alta resistencia a la electricidad. Se calienta porque resiste a la electricidad que fluye a través suyo. Así es como produce el calor.

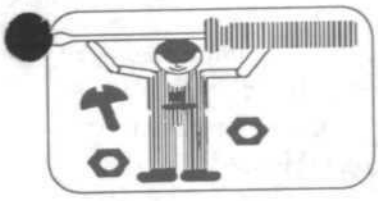
Ha aprendido acerca del ciclo de refrigeración de los acondicionadores de aire de ventana. Pudo compararlo con el ciclo básico de refrigeración. Aprendió que la mayoría de las unidades de ventana no tienen depósito. También aprendió acerca del panel de control. Lo más frecuente es que el interruptor del ventilador sea el interruptor de control, que hace que la unidad empiece a funcionar o deje de hacerlo. O sea que, al poner en funcionamiento el ventilador, se pone en funcionamiento la unidad. El control del termostato se usa para fijar la temperatura deseada; además hace que funcione el compresor. El regulador del tiro se utiliza para ventilar el aire que entra del exterior y para expulsar hacia afuera el aire del interior.

Estudiamos los motores de ventiladores que se usan en las unidades de ventana. Todas estas unidades cuentan con dos ventiladores. Uno fuerza el aire por encima del evaporador y el otro lo fuerza por encima del condensador. De modo que éste debe enfriarse por aire. En algunas unidades hay un solo motor que impulsa ambos ventiladores. En otras, cada ventilador tiene su propio motor.

También vimos en esta lección cómo se escoge la unidad correcta para una habitación. Asegúrese de que haya suficiente voltaje para la unidad que elija. El voltaje de la toma de corriente, ubicada en la pared no puede ser más de 10% menor que el requerido por la unidad. En caso de que sí lo sea, será necesario instalar un nuevo ramal. Es igualmente necesario, para elegir el calibre del alambre, conocer las necesidades de voltaje de la unidad.

Conoció, por último, los tipos principales de ventanas, así como las partes de que se componen.

¡ Ya está preparado para iniciar el estudio de la instalación de una unidad! ¡Adelante!



Tareas Prácticas

Identificación física de un equipo de aire acondicionado del tipo de ventana

Materiales que usted necesitará

- Un equipo de paquete de aire acondicionado del tipo de ventana
- El diagrama de esta tarea práctica

Información previa

Las ventas anuales de unidades de aire acondicionado del tipo de ventana nos indican que estos equipos satisfacen plenamente una necesidad.

Se instalan en la ventana de una pieza con el objeto de enfriar el área inmediata, aunque en la realidad los efectos del enfriamiento se pueden extender a otras áreas si hay una buena circulación. Por ejemplo, una unidad instalada en la sala puede refrescar algo la cocina o las zonas adyacentes.

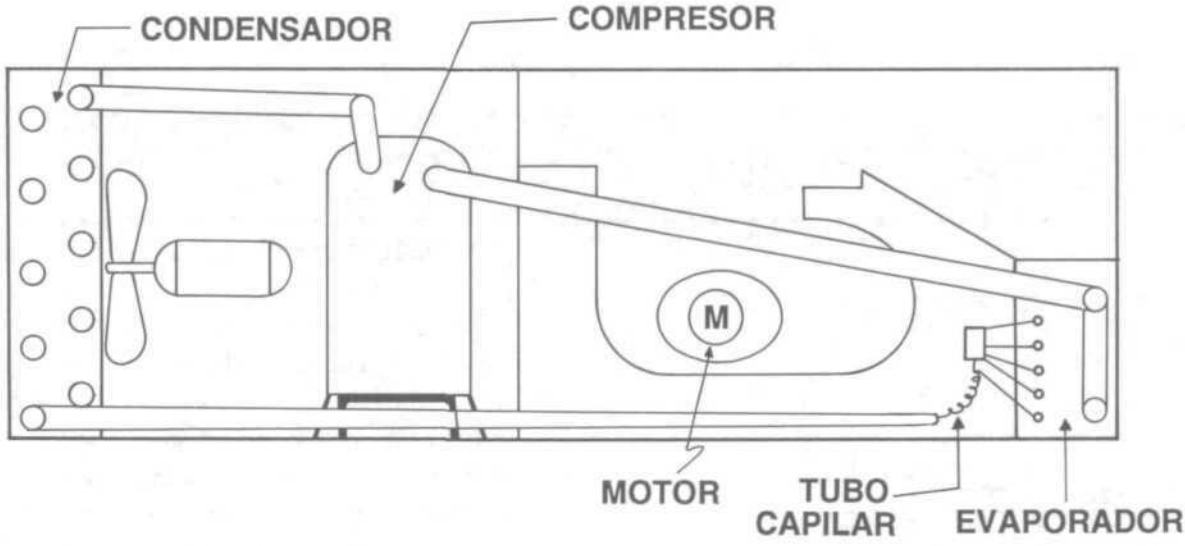
No todas las veces se instalan estas unidades en las ventanas. Algunos modelos pueden ser instalados permanentemente en la pared. Esta es una alternativa común en las instalaciones de bajo costo, como moteles, oficinas pequeñas y apartamentos, con la única excepción tal vez de las residencias individuales para familias. En aquellas se usan otros equipos que no son para montar en la pared.

Lo que usted deberá hacer

Identificará cada una de las partes principales del ciclo de refrigeración de un equipo del tipo de ventana.

Procedimiento

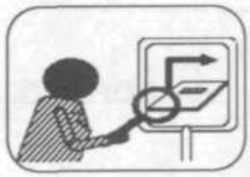
1. Localice algún taller de servicio donde tengan un equipo del tipo de ventana y solicite permiso para estudiarlo.
2. Analice detenidamente el diagrama siguiente:



3. Ahora observe el equipo de ventana que está en el taller y, con su diagrama en la mano, identifique cada una de sus partes.
4. Localice la placa de datos del equipo e identifique: refrigerante que emplea, capacidad de refrigeración, voltaje de operación, capacidad de carga.

Conclusiones

En resumen, un equipo de ventana satisface una necesidad muy precisa: el enfriamiento de un sitio reducido a un costo mínimo y con la posibilidad de un cambio de sitio.



...y después, ¿qué sigue?

¿En qué tipo de ventana se instala la mayor parte de los acondicionadores de aire? ¿Cuáles son los tres pasos para decidir el tamaño de la unidad? ¿Qué pasos hay que dar para la instalación de un acondicionador de aire en una ventana de bisagra? ¿Qué datos importantes proporciona una placa de datos? ¿Cómo se prueba el voltaje de la línea? ¿Cómo se verifica el motor del ventilador? ¿Qué pasa si la unidad gotea?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. La mayoría de los elementos calefactores se hacen de alambre de nicromio porque

a. tiene baja resistencia a la electricidad.
b. contiene plata.
c. tiene baja tolerancia al calor.
d. tiene alta resistencia a la electricidad.

2. La parte del sistema de una unidad de aire acondicionado de ventana, donde el refrigerante absorbe calor y hierve, es el

a. condensador.
b. depósito.
c. evaporador.
d. compresor.

3. Casi todos los acondicionadores de aire de ventana, para calentar utilizan

a. una bomba de calor.
b. alambres de resistencia.
c. una combinación de bomba de calor y alambre de resistencia.
d. gas.

4. En los acondicionadores de aire de ventana, la perilla del regulador del tiro, que se encuentra en el panel de control, controla

a. la temperatura del aire.
b. la velocidad del aire.
c. las funciones de ventilación y escape de la unidad.
d. los motores de los ventiladores.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón, correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

Calificación

Núm. de matrícula

OBSERVACIONES

RESPUESTAS

1		6	
2		7	
3		8	
4		9	
5		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección **L446**

5. Los condensadores de las unidades de aire acondicionado de ventana son enfriados por

a. aire.
b. agua.
c. refrigerante.
d. aceite.

6. En una unidad de ventana el voltaje del enchufe de la pared, con respecto de las necesidades de voltaje, no puede ser menor de

a. 10 veces.
b. 10%
c. 100%
d. 25%

7. Al instalar una unidad de ventana, la caída de tensión máxima permitida entre la línea principal de alimentación y la unidad debe ser de

a. 10%
b. 15%
c. 5%
d. 3%

8. Las partes de una ventana que separan los cristales se conocen como

a. antepechos.
b. topes interiores.
c. guarniciones.
d. travesanos.

9. Cuando el fluido refrigerante pasa por el dispositivo de control de flujo, éste sufre una:

a. condensación.
b. evaporación.
c. caída de presión.
d. congelación.

10. Los filtros desechables de las unidades de ventana se deben cambiar por lo menos

a. una vez al año.
b. dos veces al año.
c. tres veces al año.
d. cuatro veces al año.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción....3
1. Instalación de un acondicionador de aire de ventana....3
2. La placa de datos....9
3. Diagramas esquemáticos....11
4. Verificación del interruptor de control....16
5. Cómo limpiar el condensador....17
6. Equipo para arranques difíciles....17
7. Investigación de las fallas....20
8. Resumen....23
9. Tareas prácticas....24
10. Examen..., ...25

Instalación y operación del acondicionador de aire de ventana

L447 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Instalación de un acondicionador de aire de ventana, 3
- Preparación y reglas generales, 3
- Cómo escoger la unidad correcta, 4
- La ventana de guillotina, 6
- La ventana de bisagras, 8

La placa de datos, 9

Diagramas esquemáticos, **11**
- Principales partes eléctricas, **12**
  - Relevador de arranque, **12**
  - Protector de sobrecargas térmicas, 12
  - Capacitores de arranque, 13
  - Capacitores de marcha, 13
  - Motor de ventilador, 13
  - Termostato, 13
  - Interruptor del control de la unidad, 13
- Revisión del sistema eléctrico, **14**
  - Cómo probar el voltaje de la línea, **14**
  - Cómo probar el capacitor de arranque, **15**
  - Cómo probar el relevador del motor del compresor, **15**
  - Cómo probar el protector de sobrecargas, 15

Verificación del interruptor de control, **16**

Cómo limpiar el condensador, **17**

Equipo para arranques difíciles, **17**

Investigación de las fallas, 20
- Problemas y soluciones, 20
  - La unidad no funciona, 20
  - El ventilador funciona, pero el compresor no, 20
  - Los fusibles de la unidad se funden, 21
  - El compresor funciona de manera irregular, 21
  - La unidad es ruidosa, 21
  - La unidad gotea, 21
  - La unidad no enfría como debiera, 22
  - El evaporador se cubre de hielo, 22

Resumen, 23

Tareas prácticas:
- Limpieza del condensador de un equipo de aire acondicionado del tipo de ventana, 24

Examen, 25

Introducción

Los acondicionadores de aire de ventana se diferencian unos de otros por lo que son capaces de hacer. Algunos sólo pueden enfriar, otros sólo son útiles para efectos de calefacción, y los otros realizan ambas funciones de acuerdo a las necesidades del usuario.

En esta lección, nos concentraremos preferentemente en los que enfrían,aunque también haremos referencia a los que calientan. Como ya le indicamos en una de las primeras lecciones, el aire acondicionado no sólo se limita a enfriar el ambiente. Su función, más amplia, consiste en:

Enfriar

Calentar

Humedecer o deshumedecer

Filtrar

Recircular el aire ambiente

Estas son las cinco funciones que deben cumplir los acondicionadores de aire. En esta lección le indicaremos cómo se instalan las unidades de aire acondicionado del tipo de ventana. No todas se instalan de igual manera. Se pueden instalar en ventanas del tipo de guillotina o del tipo de bisagra. También pueden instalarse en una abertura hecha especialmente para ello en la pared, en cuyo caso se conocen como unidades instaladas directamente en la pared.

Se ha suprimido aquí el epígrafe consagrado a "Definiciones y descripciones", pues los términos más importantes se explican en la sección correspondiente de la lección anterior.

Instalación de un acondicionador de aire de ventana

Ahora ya conoce usted las partes que integran el gabinete de un acondicionador de aire de ventana. También conoce las partes de su interior. Asimismo, conoce las partes de una ventana. De modo que es tiempo de aprender a instalar una unidad de ventana. La mayoría de las unidades se instalan en ventanas de guillotina. En ocasiones, se instalan en ventanas de bisagras. Hay toda clase de ventanas, y a veces se necesita ser muy creativo para instalar las unidades de aire acondicionado.

Preparación y reglas generales

Por lo pronto, hay que desempacar la unidad. Luego, hay que limpiar la ventana y todas las partes de la misma que van a estar en contacto con la unidad. A continuación, escoja una ventana que se encuentre en el lado sombreado de la habitación. De no ser posible, estudie de qué manera puede darle sombra a la unidad. He aquí algunas maneras muy efectivas:

toldos

persianas venecianas

celosías

El uso de toldos es el método preferido. Un toldo le da sombra tanto a la parte exterior de la unidad como a la ventana. Si se decide por un toldo, hay varias cosas que le conviene saber. Asegúrese de que no interfiera con el flujo del aire alrededor de la unidad. Asegúrese también de que se instale de modo que la parte superior quede un poco separada del costado del edificio. Así, el aire caliente de la unidad no se quedará atrapado en sus alrededores.

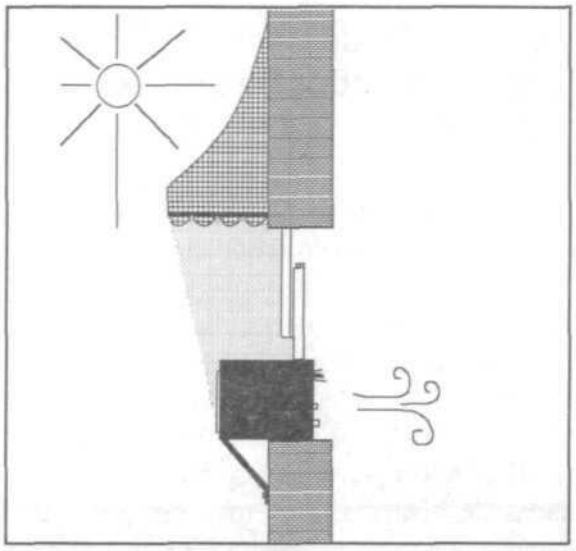


Figura 47-**1**. Cuando el toldo está montado debidamente, protege con su sombra tanto la ventana como la unidad.

Lea cuidadosamente las indicaciones que vienen con el aparato, y cuando lo instale hágalo de acuerdo con ellas. Los pasos que le damos nosotros son de carácter general. Téngalos en cuenta para complementar las indicaciones incluidas con la unidad.

Otra cosa: no se distinga por no leer nunca las instrucciones. No piense que ya sabe todo lo necesario para instalar cualquier unidad. Corre el riesgo de parecerse a cierta persona que pensaba que ya conocía todo lo relacionado con bicicletas, y cuando quiso armar la suya la armó al revés. Conocía todo lo relativo a bicicletas de diez velocidades, y nada más. Es cierto que la bicicleta funcionó, pero se veía muy extraña. Recuerde que tratándose de unidades de ventana todos los modelos son distintos entre sí.

Siempre que instale una unidad, hágalo con esmero. Los clientes prefieren a los técnicos que hacen su trabajo con limpieza. Si trabaja con limpieza, lo más probable es que adquiera buena fama. Además, lo más probable es que la unidad funcione mejor. A menudo, una instalación esmerada es una instalación de primera. Asegúrese de que la unidad haya quedado firmemente colocada, y séllela bien alrededor.

Naturalmente, antes de instalar una unidad debe uno cerciorarse de que sea del tamaño apropiado para la habitación. Asegúrese de que tenga la corriente eléctrica necesaria. Pruebe el voltaje en el receptáculo de la pared. Cerciórese de que la clavija sea la indicada para el enchufe. Finalmente, asegúrese de que la ventana esté localizada de tal manera que facilite la circulación adecuada del aire en la habitación.

Ya hemos tratado acerca de la corriente que se necesita y acerca de los enchufes y las clavijas. Pero no hemos dicho nada de cómo decidir el tamaño de unidad que se necesita para la habitación.

Cómo escoger la unidad correcta

Seguramente querrá escoger la unidad en función de su capacidad de enfriamiento. O sea, de acuerdo con la cantidad de calor que tendrá que eliminar de la habitación cada hora. Como ya sabe, esto se mide o clasifica en términos de BTUs. Cuanto mayor es la clasificación de la unidad en BTUs, tanto más calor eliminará. Antes de escoger un acondicionador de aire de ventana, conteste las preguntas siguientes:

¿Cuál es la superficie del piso, en metros o pies cuadrados, que tiene la habitación?

¿Cuántas paredes de la habitación están expuestas al sol?

¿Las paredes son de construcción ligera, o pesada?

" ¿Cuánta superficie de pared es de vidrio?

¿Tiene aislante el desván?

¿Qué tan alto es el techo de la habitación?

¿Cuántas personas harán uso de la habitación?

Hay que seguir tres pasos para decidir el tamaño de la unidad requerida. Primero, mida la habitación. O sea, multiplique el largo por el ancho en pies o en metros. Por ejemplo, si la habitación es de 14 x 17 pies, su tamaño es 238 pies cuadrados.

Figura 47-2. El primer paso para escoger una unidad de ventana del tamaño correcto es medir la habitación.

Segundo, vea cuál es la orientación de la habitación. Si dos de sus paredes son paredes externas, escoja la que recibe más sol. ¿Es una pared que da al norte, al sur, al este o al oeste? Para nuestro ejemplo, digamos que la habitación da al sur.

Tercero, determine el tipo de espacio que se encuentra encima de la habitación en que va a instalarse la unidad de ventana. ¿Se trata de un cuarto ocupado, de un desván o de una azotea que tiene aislante? Digamos que es un desván.

Una vez que haya dado estos pasos, puede utilizar las tablas de la Figura 47-3 para determinar el tamaño de la unidad requerida.

Bien, veamos nuestro ejemplo. El tamaño de la habitación es de 238 pies cuadrados. Está orientada hacia el sur. El espacio de arriba es un desván. Primero, consulte la tabla para habitaciones que estén debajo de un desván. Luego, averigüe la orientación de la habitación. Ahora, recorra hacia abajo la columna hasta encontrar el número más cercano al de una habitación de 238 pies cuadrados. Será el número 270. Luego, mire hacia la izquierda, en la columna titulada "Capacidad requerida". Para la habitación de nuestro ejemplo se necesita una unidad cuyo tamaño sea de 10,000 BTUs.

HABITACION OCUPADA			
CAPACIDAD	N/E	S	O
6,000	400	200	100
7,000	490	250	125
8,000	580	300	150
10,000	750	440	390
12,000	920	580	470
13,000	1000	660	550
16,000	1290	970	790
DESVAN			
CAPACIDAD	N/E	S	O
6,000	200	100	64
7,000	235	130	97
8,000	270	160	130
10,000	340	270	200
12,000	410	320	225
13,000	450	350	250
16,000	570	480	390
AZOTEA			
CAPACIDAD	N/E	S	O
6,000	250	120	80
7,000	295	155	105
8,000	340	190	130
10,000	470	340	240
12,000	550	375	275
13,000	600	400	300
16,000	750	650	540

Figura 47-3. En las tablas para determinar los tamaños de las unidades de ventana, se supone que el techo tiene ocho pies (2.40 m) de alto.

Ya hemos escogido la unidad correcta y preparado la ventana. Por lo tanto, estamos listos para hacer la instalación. Recuerde que el técnico en refrigeración y aire acondicionado hace dos tipos principales de instalaciones de unidades de refrigeración de ventana. Una es la de ventanas de bisagra y otra la de ventanas de guillotina. La Figura 47-4 muestra algunos de los tipos de ventana en que posiblemente tenga que hacer instalaciones.

La ventana de guillotina

En la Figura 46-27 de la lección anterior, vio usted una ventana de guillotina. Por suerte para los técnicos de REAC, la instalación de las unidades de ventana nunca es tan complicada como cuando se hace en una ventana de guillotina. Según sea la unidad, se puede montar de cualquiera de estas cuatro maneras:

empotrada al ras adentro

montada en equilibrio

empotrada al ras afuera

en cualquier posición intermedia

Cuando el frente de la unidad se encuentra al ras con la pared interior de la habitación, se dice que está empotrada al ras adentro. Cuando la unidad se encuentra tan adentro de la habitación como es posible, se dice que está empotrada al ras afuera. En este caso, el frente exterior de la unidad se encuentra al ras con la pared exterior. O tal vez se extienda un poco más allá de ésta. Cuando la unidad se encuentra mitad adentro y mitad afuera, está montada en equilibrio. De hecho, casi todas las unidades pueden montarse en cualquier punto que las deje al ras con la pared interior o exterior.

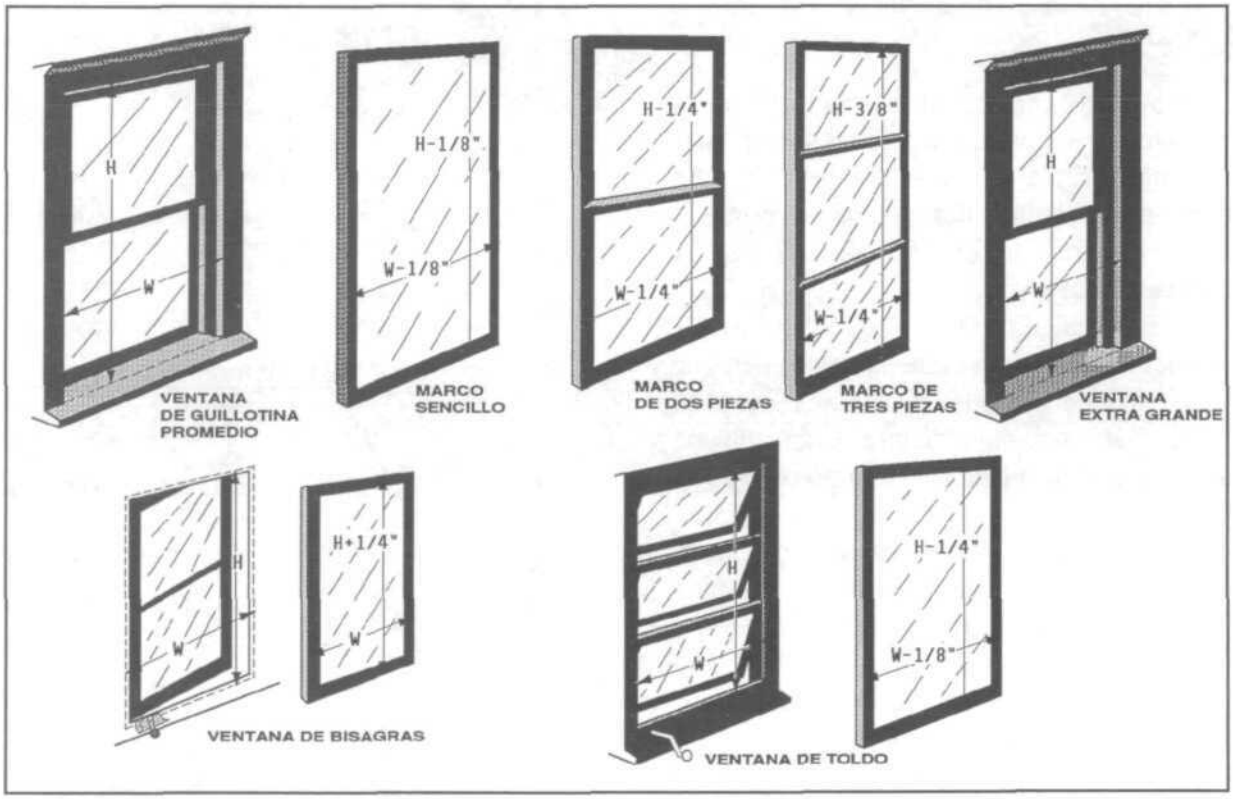


Figura 47-4. Diversos tipos de ventanas que se encuentran en las casas.

¿Cómo se decide el tipo de instalación que se debe hacer? Eso dependerá de lo profunda que sea la unidad. A continuación, se describe paso a paso el procedimiento para la instalación. Tenga cuidado de no utilizarlo en lugar de las indicaciones que vienen con cada unidad.

Paso 1. Marque con una línea el centro del antepecho de la ventana. Luego, extienda la línea al tope interior de cada lado de la ventana. El objeto de hacer esto es ayudar a alinear el bastidor en que se apoya la unidad.

Paso 2. Tome las medidas de la unidad. Mida tanto el largo como la altura del frente. Arme el bastidor de apoyo para ver si las medidas son iguales. Los lados del bastidor se llaman ángulos. Haga los agujeros para montar los ángulos en los topes interiores de la ventana. Instale los ángulos.

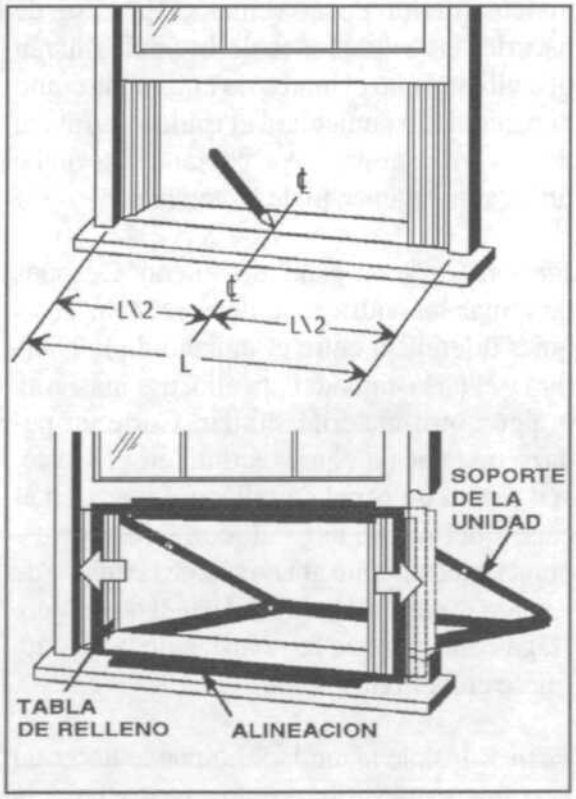


Figura 47-5. La C (marca del centro) es el símbolo de la "línea del centro".

Paso 3. Instale el resto del bastidor en la ventana. Alinee el agujero de la parte inferior del bastidor con la línea que marcó en el antepecho. Extienda los lados de vinilo para que llenen todo el espacio de la ventana. En ocasiones, estos lados están hechos de madera. Si hay algún sobrante, córtelo. Tal vez necesite usar unas pinzas. Generalmente, los lados tienen muescas que facilitan el trabajo de quitar el sobrante.

Paso 4. Baje la ventana de arriba para que encaje en el bastidor. Instale las escuadras de enclavamiento del marco en cada uno de los topes interiores, arriba de la ventana de abajo.

Paso 5. Si el antepecho es de madera, póngale tomillos permanentes, como se muestra en la Figura 47-6. Luego, ponga una cinta selladora en el bastidor en que se apoya la unidad, como se muestra.

Paso 6. Si el antepecho es de piedra o alguna otra sustancia que no sea madera, póngale una grapa para antepechos en lugar de los tornillos. Luego, instale el cabio superior. Utilice los agujeros sólo para montarlo al ras. Selle todo el conjunto.

Figura 47-6. Use este método para los antepechos de madera

Paso 7. Quítele a la unidad la rejilla del frente. Coloque la unidad en la abertura. Para las unidades montadas al ras, se deben instalar dos tornillos de traba. Vuelva a colocar la rejilla y coloque los sellos laterales. Póngalos entre la unidad y las tablas de relleno.

Paso 8. Selle el cabio superior del marco de abajo y el vidrio, como se muestra en la Figura 47-7.

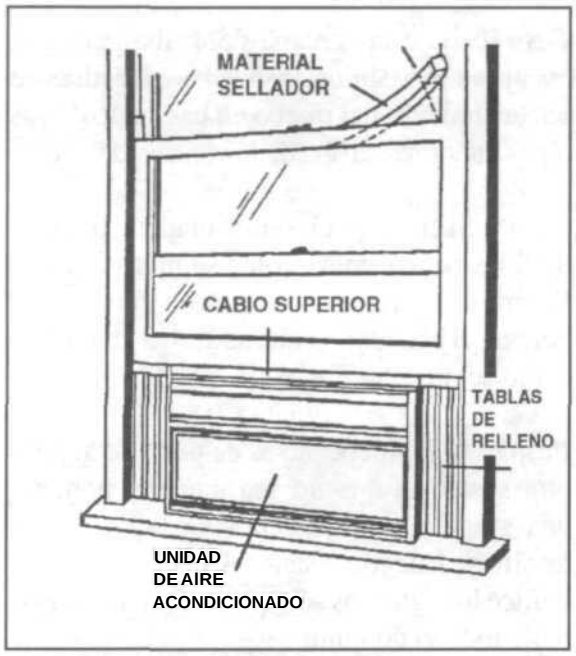


Figura 47-7. Esta instalación empotrada al ras queda completa al poner una cinta selladora entre el cabio superior del marco de abajo y el vidrio.

La ventana de bisagras

Hay una gran variedad de ventanas de bisagras. Cuando instale una unidad de ventana en una ventana de bisagras, tendrá que usar:

su propio criterio

las habilidades y conocimientos aprendidos en estas lecciones

las indicaciones que vienen con la unidad

Le explicaremos paso a paso un procedimiento general. Pero recuerde siempre que las ventanas de bisagras son distintas unas de otras. Las unidades de ventana también difieren. Lea siempre las instrucciones que vienen con la unidad.

Paso 1. Tome las medidas de la unidad. Lea las indicaciones que vienen con ella. Mida la ventana.

Paso 2. Quite los vidrios. En la mayoría de los casos, cuando instale una unidad en una ventana de bisagras quitará tantos vidrios y travesanos como sea necesario para que la unidad pueda ajustan Recuerde que los travesanos son las tiras de madera o metal que separan y sujetan los vidrios de la ventana.

Paso 3. Refuerce el antepecho de la ventana. Nunca se debe dejar que la unidad descanse directamente sobre el antepecho; o sea, el marco inferior de la ventana. En caso de hacerlo, las vibraciones de la unidad harán que vibren tanto el marco de la ventana como la pared. Esto aumentará el ruido y la fuerza de las vibraciones. Por lo tanto, se debe reforzar el antepecho de la ventana.

Paso 4. Corte un panel de relleno. Después de quitar los vidrios, se debe rellenar cualquier diferencia entre el tamaño de la abertura y el de la unidad. Para ello, use masonita o algún otro material similar. Corte un pedazo que encaje con exactitud en el vidrio. Así tendrá un panel de relleno. Luego, en el centro del panel, haga un corte que corresponda exactamente al tamaño de la unidad de ventana. No instale todavía el panel de relleno. Hágalo una vez que haya instalado la unidad. Fíjese en la Figura 47-8.

Paso 5. Instale la unidad. Lo puede hacer tal y como se describe en los pasos para la instalación de ventanas de guillotina.

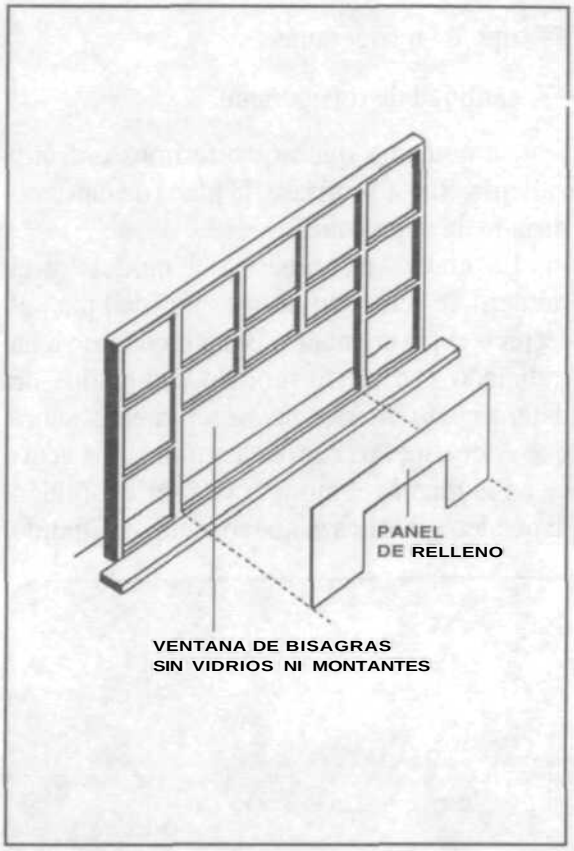


Figura 47-8. Para instalar una unidad de ventana en una ventana de bisagras, se quitan los vidrios y se corta un panel de relleno.

Paso 6. Instale el panel de relleno. Una vez que haya quedado colocado alrededor de la unidad, séllelo. Use mástique o algún compuesto para retacar.

He aquí otra manera de instalar unidades de ventana en ventanas de bisagras. Es posible que funcione mejor para algunas de estas ventanas que el método que acabamos de describir.

Paso 1. Mida la altura de la ventana y luego la altura de la unidad. Reste de la altura de la ventana la altura de la unidad. Por ejemplo, la ventana tiene 120 cm de alto y la unidad 60 cm. 120 - 60 = 60.

Paso 2. Corte un panel de relleno. Este panel debe tener una altura igual al resultado de la resta anterior. Su anchura deberá ser igual a la de la ventana. De modo que el panel de relleno tendría que ser de 60 cm de alto. Digamos que la ventana tiene 60 cm de ancho. Pues el panel debería tener 60 cm de ancho.

Paso 3. Instale la unidad. Colóquela exactamente en el centro de la abertura hecha en la ventana, y sujétela bien.

Paso 4. Instale el panel de relleno alrededor de la unidad. Séllelo con mástique o algún compuesto sellador.

Ahora ya tiene una idea general sobre cómo instalar las unidades de ventana. Puede instalarlas en ventanas de guillotina y en ventanas de bisagras. Sabe que los diversos modelos de unidades de ventana tienen muchas diferencias. Siempre que vaya a instalar una unidad, lea primero las indicaciones. Y acuérdese de limpiar la ventana antes de empezar a trabajar. La basura y la suciedad pueden impedir que el mástique, los compuestos para retacar y los materiales selladores funcionen en forma debida. Y una vez que haya terminado su trabajo, deje el sitio limpio y ordenado. Los técnicos limpios y cuidadosos causan una buena impresión a todas las personas. Lo mismo ocurre con los técnicos corteses que hacen bien su trabajo. Tenga la seguridad de que estas cualidades serán notadas y apreciadas.

La placa de datos

La placa de datos es una parte importantísima del acondicionador de aire de ventana. Es importantísima por la información que proporciona, y que es necesario conocer para poder dar servicio a la unidad. Y facilita otros datos que son simplemente de utilidad.

Abajo, se enumeran esa información y esos datos:

marca

número del modelo

número de serie

BTUs por hora

voltaje

amperaje

watts

presiones de prueba

tipo de refrigerante

cantidad de refrigerante

La unidad a que nos referimos enfría y calienta. Si sólo enfriase, la placa de datos no diría nada sobre watts.

La marca, el número del modelo y el número de serie son de gran utilidad para el técnico experimentado. El técnico que ya ha trabajado con cierto modelo o modelos de determinado fabricante seguramente sabrá qué debe esperar. Pero esta información acerca de la marca, el modelo y la serie también le pueden ser útiles al nuevo técnico. Cuando

Ejercicio de Autoevaluación

Haga un círculo alrededor de la letra correspondiente a la respuesta correcta.

1. Para instalar una unidad de ventana se debe escoger una ventana que se encuentre en el lado
   a. soleado de la habitación.
   b. sombreado de la habitación.

2. Una unidad de ventana se escoge con base en su capacidad para
   a. enfriar.
   b. ventilar.

3. Para determinar el tamaño de una unidad de ventana se debe tomar en cuenta
   a. la superficie de la habitación.
   b. la cantidad de aire requerida.

4. Cuando el frente de la unidad se encuentra al ras con la pared interior de la habitación, se dice que está empotrada al
   a. ras afuera.
   b. ras adentro.

5. Para instalar una unidad de ventana en una ventana de bisagras, se tendrán que usar
   a. las indicaciones que vienen con la unidad.
   b. la información del cliente.

Respuestas

1. b 2. a 3. a 4. b 5. a

Figura 47-9. Esta placa de datos corresponde a un acondicionador de aire de ventana que enfría y calienta.

necesite solicitar una pieza de repuesto, le servirá de mucho tener estos datos.

Si conoce la cantidad de BTUs por hora, podrá decidir si la unidad es suficientemente grande para la habitación. Cuando tenga que instalar una unidad, deberá calcular cuál es el tamaño requerido. Pero tratándose de una visita de servicio, la clasificación en BTUs posiblemente le indicará que la unidad es demasiado pequeña para la habitación. Es posible que las quejas del cliente se deban simplemente al hecho de que la unidad no es suficientemente grande para hacer el trabajo esperado.

En lecciones anteriores, aprendió usted mucho sobre partes eléctricas de los sistemas de refrigeración. Así que ya sabe que los datos sobre electricidad contenidos en la placa de datos son importantes. Para probar el equipo, es necesario que conozca su voltaje, su amperaje y sus watts. Estos datos se refieren al compresor. Más adelante en esta lección, discutiremos los problemas y remedios del compresor. También necesita conocer las presiones de prueba. Por supuesto que puede usar una tabla de temperaturas y presiones. Sin embargo, ahorrará algún tiempo si las presiones correctas están indicadas en la placa de datos.

Para hacer muchos de los trabajos de servicio, se necesita saber el tipo de refrigerante y su cantidad. Se necesita saberlo para reemplazar un tubo capilar o una válvula de expansión. El tipo y la cantidad de refrigerante, son datos de importancia para el técnico. En muchas de sus visitas de servicio será necesario que le ponga refrigerante a la unidad. En caso de que tenga que hacer una reparación que implique abrir el sistema, tendrá que purgar, evacuar y agregar refrigerante. Debe saber qué tipo de refrigerante, y cuánto utiliza el sistema. Naturalmente, existe otra manera de determinarlo. Ese método lo vimos en una de las primeras lecciones. Lo que ocurre es que obteniendo la información de la placa de datos se ahorra uno mucho tiempo y trabajo.

Tal vez ahora que se da usted cuenta de la importancia de la placa de datos se esté preguntando en qué sitio se localiza. En los acondicionadores de aire de ventana, lo más frecuente es que se localice detrás de la rejilla del frente. Si no está ahí, pruebe el condensador y el compresor. La placa es de metal, y casi siempre los datos están estampados o troquelados en ella. Cuando vaya a dar servicio a una unidad de refrigeración de ventana, lo primero que debe hacer es buscar la placa de datos.

Diagramas esquemáticos

En varias lecciones anteriores aprendió usted los aspecto básicos de la electricidad. Ya sabe lo que es un diagrama esquemático. Es un dibujo que muestra la manera en que la electricidad funciona en el sistema. La Figura 47-10 muestra dos tipos de diagramas esquemáticos. Uno es un diagrama esque-

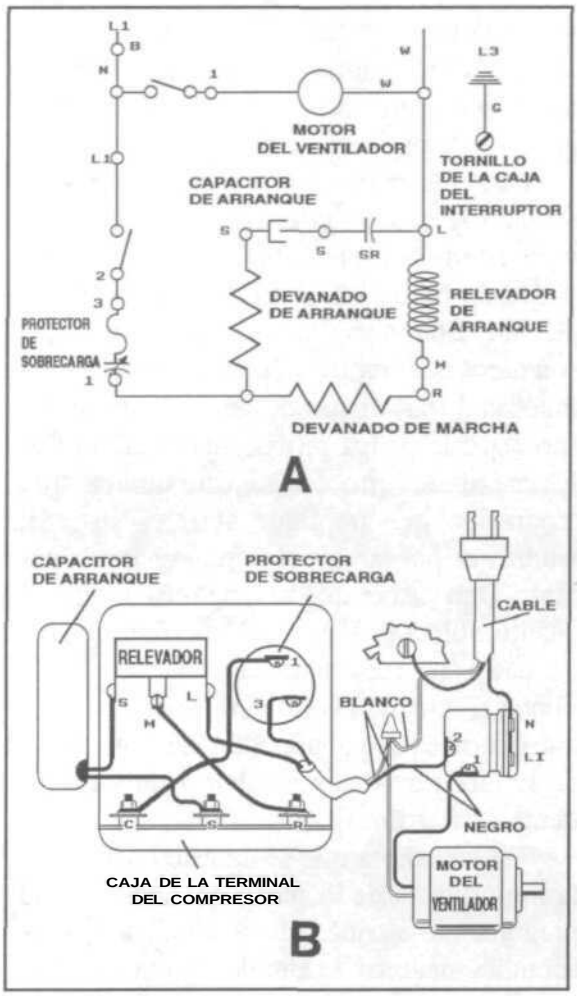


Figura 47-10. Dos tipos de diagramas esquemáticos. Diagrama de tendido eléctrico (A). Diagrama pictórico (B).

mático del tendido eléctrico y el otro es un diagrama pictórico.

Principales partes eléctricas

El sistema eléctrico puede ser una de las principales causas de problemas en los sistemas de refrigeración. De manera que debe conocer las partes eléctricas y cómo funcionan. También debe saber cómo localizar las fallas eléctricas. A continuación enumeramos las principales partes eléctricas de una unidad de ventana:

relevador de arranque

protector de sobrecargas térmicas

capacitores de arranque

capacitores de marcha o recorrido

motor de ventilador

termostato

interruptor de control de la unidad

No todas las unidades tienen todas estas piezas. En algunas no se usa el relevador de arranque, ni el capacitor de arranque. Algunas no tienen un capacitor para el ventilador. Otras tienen más de un motor de ventilador. El interruptor de control combina el interruptor de arranque y parada, y el de velocidad del ventilador.

Relevador de arranque. El relevador de arranque forma parte de lo que pone en marcha el motor del compresor. Está conectado en serie con el devanado de marcha del motor. Cuando el motor del compresor arranca, consume una gran cantidad de corriente. Esto hace que los contactos del relevador se cierren. Cuando se cierran, el capacitor de arranque se conecta con el circuito del devanado de arranque. El motor alcanza su velocidad de marcha. Entonces se reduce la corriente que fluye por el devanado de marcha. Los contactos del relevador se abren. El capacitor de arranque queda desconectado del circuito. El compresor funciona con un capacitor de marcha en el circuito del devanado de arranque.

Protector de sobrecargas térmicas. Este tipo de protector contra sobrecargas responde al calor. Protege el motor contra el exceso de corriente. Si el amperaje es muy alto, el protector abre el circuito del compresor y éste se detiene. Si el motor se calienta demasiado, el protector abre el circuito del compresor y éste se detiene. Lo más frecuente es que el protector de sobrecargas sea un disco bimetálico con acción de resorte.

La corriente del motor pasa a través del disco. Cuando hay una sobrecarga, la co-

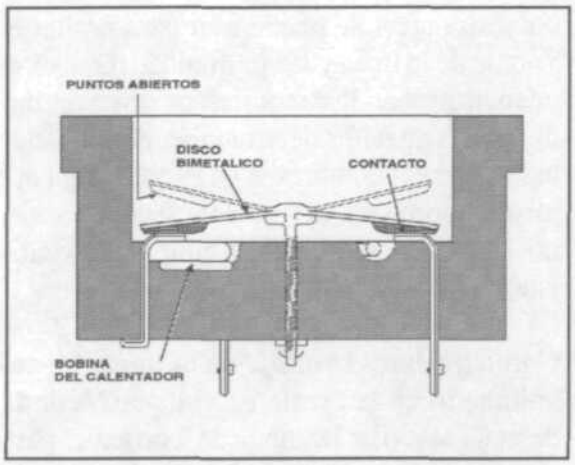


Figura 47-11. Este dispositivo protege el motor del compresor.

mente que pase por el interruptor será lo suficientemente alta como para calentar el metal. Esto hace que el metal se doble y se abra. Cuando se abre, el motor del compresor se detiene.

Cuando el protector de sobrecargas abre el circuito, el motor del compresor se detiene. El motor no vuelve a funcionar sino hasta que el protector se ha enfriado lo suficiente como para que el metal se enderece y cierre el circuito.

Capacitores de arranque. Estos capacitores pueden almacenar cargas eléctricas pequeñas. Se utilizan en el circuito del devanado de arranque del motor. Aumentan la potencia del arranque. No son capacitores de servicio pesado. Están concebidos para los cortos e infrecuentes arranques del compresor.

Los capacitores se clasifican según sus microfaradios y su voltaje. La clasificación en microfaradios indica cuánta carga eléctrica retendrá el capacitor. La clasificación en voltaje indica cuántos volts puede transmitir el capacitor. En un circuito de 120 volts se puede utilizar un capacitor de 240, pero no se puede utilizar un capacitor de 120 volts en un circuito de 240. El capacitor de 120 volts no puede transmitir 240 volts.

Capacitores de marcha. En comparación con los capacitores de arranque, éstos son capacitores de servicio pesado. Están concebidos para uso más o menos continuo. Su clasificación en microfaradios es mucho más baja que la de los capacitores de arranque. No tienen necesidad de retener una carga eléctrica. Siempre que el compresor está en funcionamiento, se encuentran en el circuito del devanado de arranque del motor.

Motor de ventilador. Antes, en esta lección, tratamos acerca de estos motores. Recordará que son dos los tipos de motores de ventiladores usados en las unidades de ventana. Uno es un motor de fase dividida permanentemente, el otro es un motor monofásico de inducción.

Termostato. En una de las lecciones anteriores tratamos también acerca del termostato. Como usted sabe, es un control de la temperatura. Pone en marcha y detiene el compresor en respuesta a la temperatura que hay en la habitación. Lo hace cerrando y abriendo el circuito. Si la temperatura aumenta, el termostato forma, o cierra, el circuito. El motor del compresor se pone en marcha. Comienza el enfriamiento. Si la temperatura disminuye, el termostato rompe, o abre, el circuito. El motor del compresor se detiene.

Las unidades de ventana usan termostatos de bajo voltaje, los cuales responden más rápidamente que cualquier otro tipo a los cambios de temperatura. El termostato tiene un bulbo calibrador lleno bien de líquido volátil o bien de un vapor activo. Se localiza en la corriente de aire de regreso, por lo que puede reaccionar a la temperatura de la habitación. Cuando la temperatura sube, la carga de líquido o vapor se expande, haciendo que se cierren los contactos eléctricos. El compresor se pone en marcha. Cuando la temperatura baja, la carga de líquido o vapor se contrae, haciendo que se abran los contactos. El compresor se detiene.

Interruptor de control de la unidad. Lo más frecuente es que, en los acondicionadores de aire de ventana, este interruptor sea el que controle el ventilador. Por lo general, es un interruptor del tipo de perilla de control con cuadrante. Los de diseño más sencillo, tienen cuatro posiciones: de apagado, de ventilador, de enfriar y de escape. En la siguiente sección le diremos cómo se puede probar este interruptor.

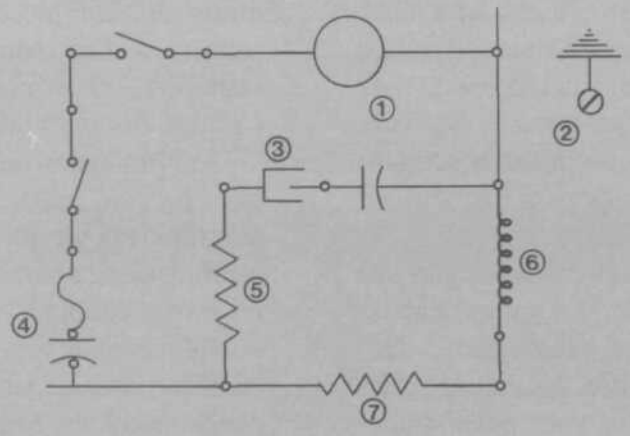
Revisión del sistema eléctrico

Habrá veces en las que necesitará revisar el sistema eléctrico de una unidad de ventana. Una buena herramienta para hacerlo es un voltímetro. Es el medidor más sencillo y más seguro que se pueda usar en pruebas de dichos sistemas. Se puede usar para probar el voltaje de la línea y la continuidad. Con él se pueden probar los motores de los ventiladores, el capacitor de arranque, el relevador del motor del compresor y la sobrecarga del mismo motor. En la siguiente sección, veremos cómo comprobar el motor del ventilador.

Cómo probar el voltaje de la línea. Fije el voltímetro en la escala de voltaje CA de la derecha. Revise la toma de corriente para asegurarse de que haya voltaje. Conecte la unidad en la toma. Ponga un cable de pruebas en la terminal N y el otro en la L. Si el medidor muestra el voltaje correcto, quiere

Ejercicio de Autoevaluación

Apuntar junto a cada número del diagrama el nombre de la pieza correspondiente.



Respuestas

1. Motor del ventilador 2. Tornillo de la caja del interruptor 3. Capacitor de arranque 4. Protector de sobrecargas 5. Devanado de arranque 6. Relevador de arranque 7. Devanado de marcha.

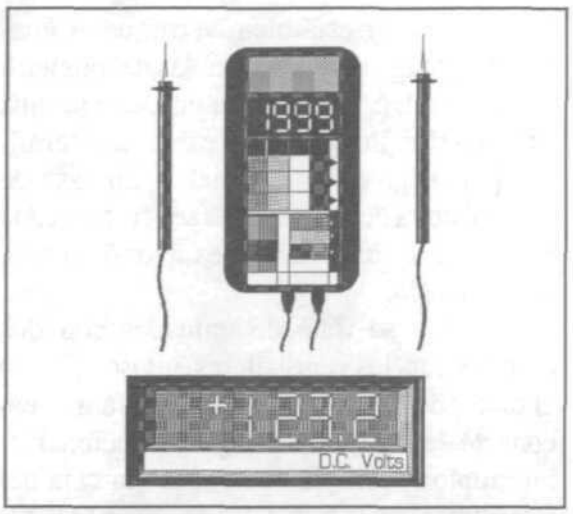


Figura 47-12. Este medidor mide el voltaje, la corriente y la resistencia. Es un voltímetro, un amperímetro y un ohmetro.

decir que la corriente fluye hacia el relevador.

Cómo probar el capacitor de arranque. Cuando un capacitor de arranque está defectuoso, puede ocurrir cualquiera de estas tres cosas: (1) Puede haber problemas para arrancar, (2) es posible que se fundan los fusibles, y (3) tal vez no arranque el compresor. La manera más sencilla de probar un capacitor es reemplazándolo. Si así se soluciona el problema, cualquiera que éste haya sido, es que el capacitor viejo estaba defectuoso. Acuérdese de deshacerse de él. No lo eche en la caja de las herramientas, porque en la siguiente ocasión podría confundirlo con un capacitor bueno.

En caso de que no tenga un capacitor de repuesto con el que probar el de la unidad, utilice este otro método. Desconecte los cables del capacitor y descargúelo. Esto se hace colocando a lo ancho de las terminales la hoja de un destornillador, debidamente aislado. Ahora, use los cables de un ohmetro para tocar rápidamente los cables del capacitor. Si el ohmetro muestra una lectura de por lo menos 100,000 ó 100K, el capacitor está bien. Si la lectura es constantemente baja, significa que el capacitor tiene un cortocircuito. Si el capacitor está abierto, la aguja del medidor no se moverá en absoluto. Será necesario reemplazar el capacitor. Asegúrese de que el nuevo sea exactamente igual.

Cómo probar el relevador del motor del compresor. Desconecte la unidad. Desconecte el cable S del relevador. Pruebe la continuidad entre S y L. La lectura del ohmetro debería ser cero. Vuelva a conectar el cable S. Desconecte el cable M. Pruebe la continuidad entre M y L. La lectura debería ser cero. La Figura 47-13 le ayudará a entender mejor lo que queremos decir.

En caso de que la lectura no sea cero sino otra, es probable que el relevador del motor esté mal. Normalmente, es posible probar el relevador con sólo abrirlo y examinarlo. En caso de que parezca estar quemado, reemplácelo. Reemplácelo aunque esté funcionando en el momento, porque no durará mucho tiempo.

Cómo probar el protector de sobrecargas. Primero, desconecte la unidad. Desconecte los cables 2 y 3 del protector. Pruebe la continuidad entre las terminales 2 y 3. La lectura del ohmetro debería ser cero. Si el medidor muestra una alta resistencia, los pun-

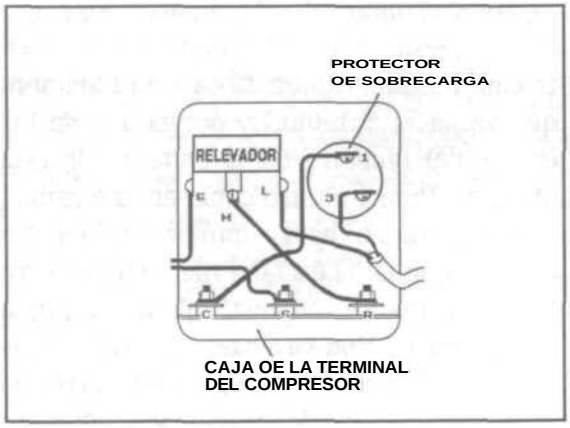


Figura 47-**13.** La caja de la terminal del compresor contiene el relevador y el protector de sobrecargas. Está conectada con el capacitor de arranque.

tos están defectuosos. Será necesario reemplazar el protector.

Verificación del interruptor de control

Vamos a estudiar la verificación del motor del ventilador. Lo más común, es que en los acondicionadores de aire de ventana el interruptor del ventilador sea igualmente el interruptor de arranque. O sea que, para poner la unidad en funcionamiento, hay que encender el ventilador. Por lo tanto, lo primero que se debe hacer para probar el interruptor de control es verificar el motor del ventilador. El diagrama esquemático de la Figura 47-13 corresponde a una unidad que tiene un motor que impulsa los dos ventiladores. Uno de los ventiladores es para el condensador, y el otro para el evaporador. Algunas unidades tienen dos de estos motores.

Conviene probar la continuidad del motor del ventilador, para asegurarse de que la corriente fluye a través del motor. Esta prueba se hace con el ohmetro del voltímetro.

Primero, desconecte la unidad. Esto se hace con objeto de proteger el ohmetro del medidor contra cualquier daño. Ponga el interruptor en la posición de funcionamiento. Quite la cubierta de la caja de distribución, así como el interruptor. Desconecte los alambres que están retorcidos unos con otros en la caja del interruptor. Localice el alambre que va hacia el motor, y ponga uno de los cables del ohmetro en el extremo de este alambre. Ponga el otro cable en la terminal 1. Si la lectura es baja, el motor está bien. En caso de que la lectura del medidor sea cero ohms y de que el motor esté caliente, deje que éste se enfríe. Vuelva a hacer la prueba. Si la lectura del medidor sigue siendo cero, es probable que el devanado se encuentre abierto. En tal caso, tendrá que reemplazar el motor.

Si el motor está bien, verifique el interruptor. Ponga uno de los cables del ohmetro en N o en L1. No importa en cual, porque están unidos. Ponga el otro cable en la terminal 1, y luego en la terminal 2. En caso de que la lectura del ohmetro no sea cero en cada terminal, el interruptor está defectuoso. Reemplácelo.

Cuando se trate de unidades con dos motores para los ventiladores, revise primero el motor del ventilador del evaporador. Desconecte la unidad y ponga a funcionar el interruptor. Quite la cubierta de la caja del interruptor, en la que están los alambres retorcidos. Ponga en estos alambres uno de los cables del ohmetro y el otro en la terminal 1 del interruptor. Si el ohmetro muestra continuidad, el motor está bien. Si el ohmetro da una lectura de infinito y el motor está caliente, déjelo que se enfríe. Luego vuelva a verificarlo. Si el ohmetro sigue dando una lectura de infinito, reemplace el motor. Pero si el motor está bien, pruebe el interruptor de la misma manera que probó la unidad con un solo motor de ventilador.

Para probar el motor del ventilador del condensador, conecte la unidad. Ponga a funcionar el interruptor. Si el motor no trabaja, apague la unidad y desconéctela. Quite la cubierta de la caja de distribución, así como el interruptor. Quite el conector de los alambres retorcidos que se encuentran en la caja del interruptor. Localice el alambre que va hacia el motor del condensador. Ponga en ese alambre uno de los cables del ohmetro, y el otro en la terminal 3 del interruptor. Si la lectura es baja, lo más probable es que el devanado del motor esté bien. Si la lectura del ohmetro es cero, y el motor está caliente, déjelo que se enfríe. Luego, vuelva a verificarlo. Si la lectura del ohmetro sigue siendo cero, lo más probable es que el devanado del motor esté abierto. Será necesario reemplazar el motor.

Cómo limpiar el condensador

Muchas veces, al dar servicio a las unidades de ventana, tendrá usted que verificar el sistema eléctrico. Siempre que haga una visita de servicio limpie el condensador. ¿Porqué? Porque si está sucio no puede funcionar tan bien como debiera. La basura y el polvo tienden a comportarse como un aislante, así como a dejar el calor dentro del condensador. Para que el gas refrigerante se condense y se vuelva líquido, el calor debe salir del condensador y esparcirse en el aire circundante. De manera que el condensador debe estar limpio.

La limpieza del condensador de una unidad de ventana es de lo más fácil. Primero, apague la unidad y después desconéctela. Como se trata de un condensador enfriado por aire, el agua no se habrá acumulado en el depósito. No necesitará ni ácidos ni limpiadores especiales. Lo que sí necesitará es una aspiradora doméstica. Si lo prefiere, puede usar una de esas aspiradoras pequeñas que se sostienen en las manos. O puede usar uno de los accesorios especiales de esos aparatos, como, por ejemplo, el cepillo.

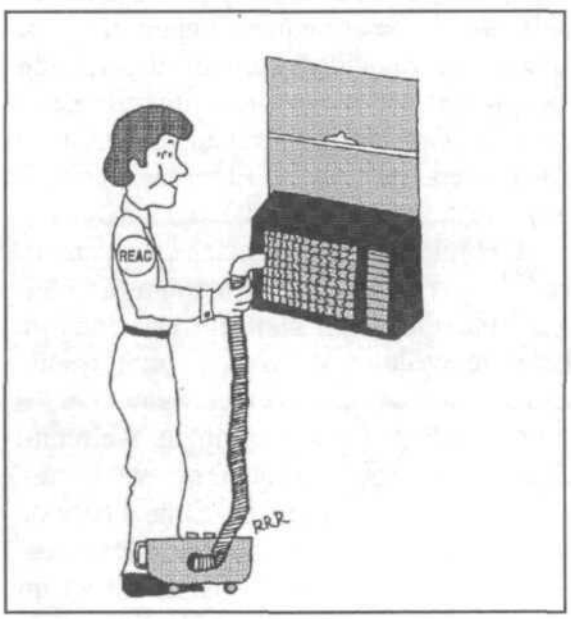


Figura 47-14. La limpieza del condensador de una unidad de ventana es de lo más fácil.

Si no dispone de una aspiradora, puede usar cepillos regulares o unos trapos, pero así la limpieza se dificulta. Algunas veces es posible llevar la unidad al taller y repararla ahí. En tal caso, puede limpiar el condensador con aire a alta presión, nitrógeno o bióxido de carbono.

Equipo para arranques difíciles

Casi todos los compresores de acondicionadores de aire de ventana utilizan para arrancar un capacitor de arranque y un relevador de arranque. Como usted sabe, estos capacitores conservan cargas eléctricas pequeñas. Se usan en el circuito del devanado de arranque del motor, para aumentar la potencia para el arranque. No son capacitores de servicio pesado; están concebidos para los arranques cortos e infrecuentes del compresor.

Como se aprecia en la Figura 47-15, el relevador de arranque está conectado en serie con el devanado principal del motor. El devanado principal es el de marcha. Cuando arranca, el motor del compresor utiliza una gran cantidad de corriente. Esto hace que los contactos del relevador se cierren. Cuando los contactos se cierran, el capacitor de arranque queda conectado con el circuito del devanado de arranque. El motor alcanza su velocidad normal. Entonces, la corriente que fluye a través del devanado de marcha disminuye y los contactos del relevador se abren. El capacitor de arranque es eliminado del circuito. El compresor funciona con un capacitor de marcha en el circuito del devanado de arranque.

Como dijimos antes, casi todas las unidades de ventana utilizan un capacitor de arranque y un relevador de arranque para ayudar a arrancar al motor del compresor. Las unidades pequeñas no necesitan realmente este arreglo. Muchas de ellas no tienen ni un capacitor ni un relevador de arranque.

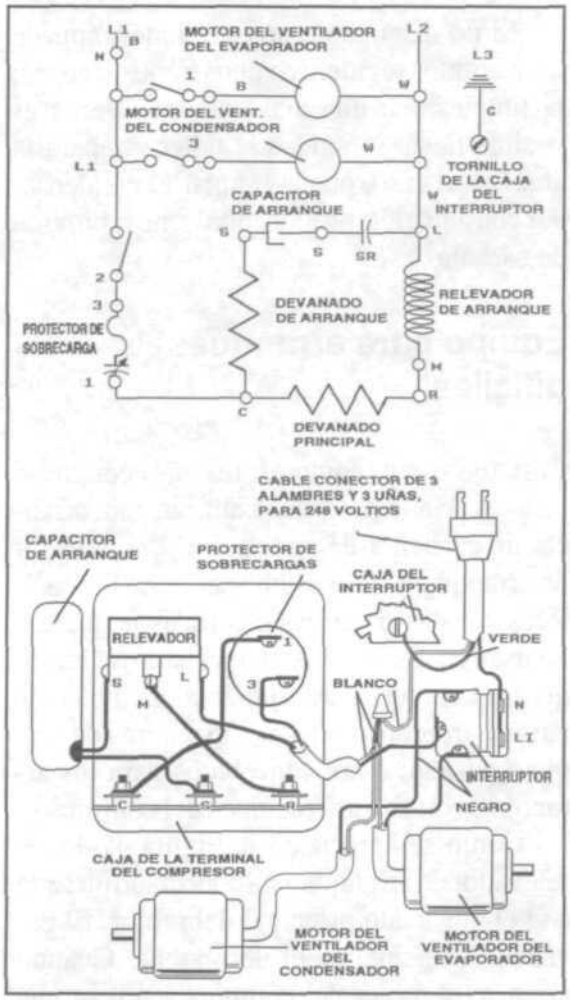


Figura 47-15. Este diagrama esquemático corresponde a una unidad de ventana que usa dos motores para los ventiladores, el del evaporador y el del condensador.

Un capacitor de marcha realiza el trabajo por sí solo. Sin embargo, cuando las unidades pequeñas ya tienen mucho uso, es posible que al compresor se le dificulte el arrancar. En tales casos, tal vez sea necesario instalar un equipo para arranques difíciles. ¿Qué es eso? Es la combinación de un capacitor de arranque con un relevador de arranque. Va conectado en serie con el devanado principal o de marcha.

Los capacitores de arranque son dispositivos electrolíticos, lo cual significa que son una placa o superficie que puede almacenar cargas eléctricas pequeñas. Los capacitores tienen dos clasificaciones: en microfaradios y en voltaje. La clasificación en microfaradios indica la carga eléctrica que puede almacenar el capacitor; la clasificación en voltaje indica cuantos voltios puede transmitir. Se puede usar un capacitor de 240 volts en un circuito de 120, pero no un capacitor de 120 volts en un circuito de 240 volts. El capacitor de 120 volts no puede transmitir 240 volts.

Existen cuatro tipos de relevadores de arranque, y son éstos:

de corriente (magnéticos)

potenciales (magnéticos)

térmicos

electrónicos de estado sólido

Por lo común, los relevadores de corriente se encuentran en motores pequeños. El relevador se compone de una bobina magnética, un serpentín movible y un émbolo. Cuando el termostato le da al compresor la señal de arrancar, la bobina magnética recibe electricidad. Entonces, el serpentín mueve un émbolo que cierra el contacto. Con esto se cierra el circuito y el motor arranca. Algunas veces, junto con este relevador se utiliza un capacitor de arranque. Cuando el motor alcanza su velocidad normal, el serpentín hace retroceder al émbolo e interrumpe el contacto. Con ello, el devanado de arranque queda fuera del circuito. El motor marcha a base del devanado principal, o de marcha.

Los relevadores potenciales se componen de una bobina, una armadura, un contacto movible y un contacto estacionario. Estos relevadores se usan en motores de arranque con capacitor. El relevador abre los contactos de arranque y completa el circuito cuando aparece en él un voltaje preestablecido.

El relevador térmico funciona a base de calor. Hay dos tipos de relevadores térmicos. Uno utiliza tiras bimetálicas, como en un termostato bimetálico. Lleva dos juegos de contactos: uno es el de arranque y el otro el de marcha. Cerca de las tiras bimetálicas va

montado un alambre de resistencia. Cuando la unidad no está funcionando, ambos juegos de contactos se encuentran abiertos. Cuando la unidad arranca, ambos juegos se cierran. Conforme el motor aumenta su velocidad, el alambre de resistencia se calienta. Esto hace que se caliente la tira contigua a los contactos de arranque, y éstos se abren. Los contactos de marcha se mantienen cerrados a menos que el motor se sobrecaliente. Como puede ver, los relevadores de este tipo son también protectores de sobrecarga. Si el motor se calienta demasiado, el alambre de resistencia se calentará lo suficiente como para abrir los contactos de marcha. Entonces, el motor se detendrá.

Para controlar los puntos de contacto, el otro tipo de relevador térmico utiliza un alam-

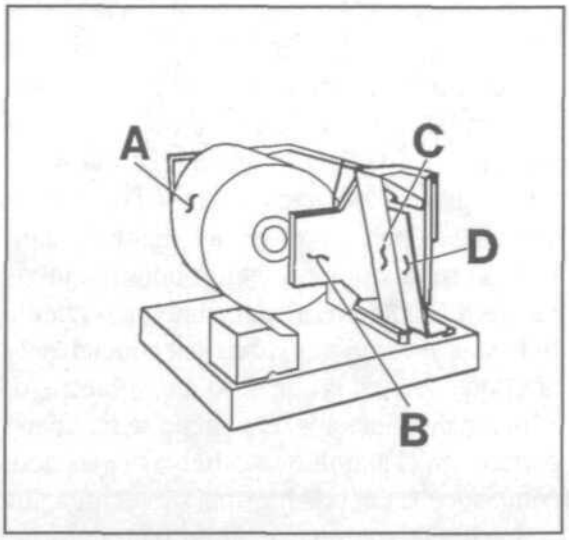


Figura 47-16. Relevador potencial. Bobina *(A).* Armadura *(B).* Contacto movible (C). Contacto estacionario (D).

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo el término entre paréntesis que complete las siguientes afirmaciones.

1. Una herramienta adecuada para revisar el sistema eléctrico de una unidad de ventana es (el megger, el voltímetro).

2. Cuando se aplica el ohmetro al motor del compresor y el relevador está en mal estado, el ohmetro marca (diferente de cero, cero).

3. Lo primero que se debe hacer para probar el interruptor de control en una unidad de ventana, es verificar el (motor del compresor, motor del ventilador).

4. Siempre que se hace una visita de servicio se debe de limpiar el (condensador, evaporador).

5. Los capacitores de arranque son dispositivos electrónicos que pueden almacenar (grandes cargas eléctricas, cargas eléctricas pequeñas).

Respuestas

1. voltímetro 2. diferente de cero 3. motor del ventilador 4. condensador
5. cargas eléctricas pequeñas

bre de resistencia que se encuentra bajo tensión. El alambre va conectado en serie con los devanados de arranque y de marcha. Cuando el motor no está funcionando, el alambre está frío. La tensión mantiene cerrados los dos juegos de contactos. Cuando la corriente comienza a pasar a través del alambre, mantiene cerrados durante algún tiempo ambos juegos de contactos. Pero en breve se calienta lo bastante como para abrir los contactos de arranque. A menos que haya una sobrecarga, el juego de contactos de marcha se mantiene cerrado. Si el alambre se calienta demasiado, como sucede cuando hay una sobrecarga, los contactos de marcha se abren y el motor se detiene. Cuando el alambre se enfríe, cerrará los dos juegos de contactos. La unidad se encuentra lista para arrancar de nuevo en cuanto la corriente pase a través del circuito.

Los relevadores de estado sólido son unas cajas que se componen de las piezas que se enumeran abajo:

Transistores

Diodos

Triacs

Los cambios de voltaje determinan el momento en que se abre el devanado de arranque. El mismo tamaño de relevador de estado sólido puede ser usado en muy diversos tipos de motores de compresor. Se puede usar el mismo relevador para motores que van desde 1/12 hasta 1/3 de caballo de fuerza.

Investigación de las fallas

El saber investigar las fallas de los aparatos es una habilidad crucial para los técnicos. En casi todas las visitas de servicio que haga usted, necesitará recurrir a esta habilidad. La investigación de fallas abarca tres pasos. El primero es organizar todo lo que conoce sobre sistemas de enfriamiento. El segundo es examinar un sistema que tiene problemas. El tercero es aplicar sus conocimientos a la solución de los problemas.

En esta sección, veremos los tipos de problemas que se pueden presentar en las unidades de ventana Luego, trataremos acerca de las posibles causas de los problemas y sobre cómo arreglarlos.

Problemas y soluciones

La unidad no funciona. La causa de esto podría ser un fusible fundido. Si es así, reemplácelo. Si no lo es, puede tratarse de alambres que estén flojos o rotos. Revise el tendido eléctrico. Si el fusible continúa fundiéndose, verifique que no haya un cortocircuito en el enchufe de la pared. También podría deberse a que la unidad recibe un bajo voltaje. Así que pruebe el voltaje de la toma de corriente. Recuerde que debería estar dentro del diez por ciento del voltaje que se muestra en la placa de datos. Si es bajo, quizá necesite instalar un nuevo circuito o quitarle parte de la carga al circuito existente. Es posible también que el interruptor de arranque esté defectuoso. Revíselo. Si está mal, reemplácelo.

El ventilador funciona, pero el compresor no. Es necesario probar el termostato. Primero, asegúrese de que la temperatura de la habitación sea superior a 24 °C (unos 75 °F). Luego, ponga el termostato en la posición de mayor frío. Si el compresor no arranca así, intente ponerlo en cortocircuito a través de las terminales del mismo compresor. Si así arranca el compresor, reemplace el termostato. Pero si tampoco así arranca, revise el tendido eléctrico. Use el diagrama del tendido eléctrico que viene con la unidad. Es posible que el capacitor de arranque, o el de marcha, esté defectuoso. Así que procure reemplazarlos. Quizá el relevador o el protector de sobrecargas tenga alguna falla. Ya antes, en esta lección, aprendió de qué manera se prueban. También es posible que el voltaje sea bajo.

Los fusibles de la unidad se funden. Si cada vez que reemplaza un fusible, éste se funde, compruebe el tendido eléctrico de la unidad. Verifique también los capacitores y el compresor. Vea si el voltaje es bajo.

Cuando algún fusible se funde una y otra vez, asegúrese de que sea del tipo y el tamaño correctos.

El compresor funciona de manera irregular. Primero, con la unidad funcionando,

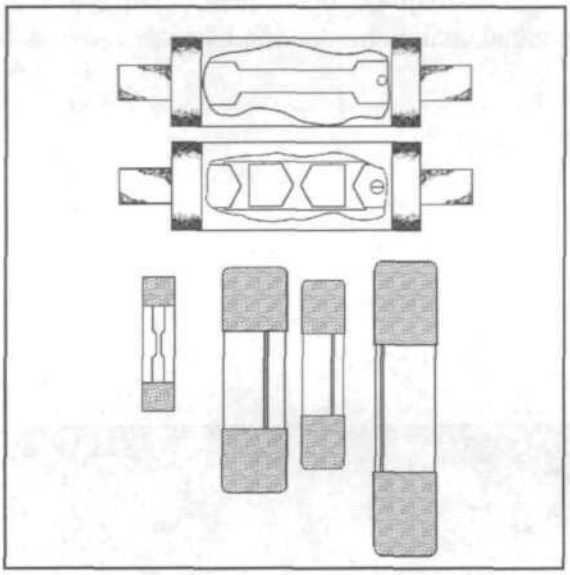


Figura 47-**17.** Hay muchos tipos y tamaños de fusibles.

pruebe el voltaje y el amperaje. Si están bien, pruebe el ventilador del condensador. Asegúrese de que el condensador y el filtro de aire estén limpios. Es necesario que el aire fluya libremente sobre el serpentín del condensador. De no ser así, el condensador funcionará de manera irregular. Este problema puede deberse a que el bulbo calibrador del termostato no se encuentre donde debería estar. Así que revíselo, y asegúrese de que no esté en contacto con el serpentín del evaporador. Otra causa de que el compresor funcione de manera irregular puede ser que el protector de sobrecargas esté defectuoso. No deje de revisarlo.

La unidad es ruidosa. Si una unidad vibra o castañetea, pruebe el compresor. Tal vez no le hayan quitado los aparejos de embarque, ni quitado o aflojado tampoco los tornillos de embarque. Quizá esté floja la cubierta de la caja de distribución, o el capacitor. En tal caso, apriételos. Asegúrese de que las líneas de succión y descarga no estén chocando contra alguna superficie metálica. De ser así, dóblelas ligeramente y se solucionará el problema. Pruebe los ventiladores. Si las aspas están flojas o dobladas, es posible que hagan mucho ruido. Si se encuentran así, reemplace el ventilador. Otra causa de que una unidad sea ruidosa es que el motor del ventilador esté flojo o desalineado. Compruebe la alineación y apriete los tornillos de montaje.

La unidad gotea. Esto sucede cuando la unidad no está bien nivelada. La mayoría de los modelos se deberían inclinar un poco hacia el exterior. Cuando está tapado el desagüe hacia el depósito del condensador, es posible que la unidad gotee. Limpie el desagüe. También podría ocurrir que el recoge-

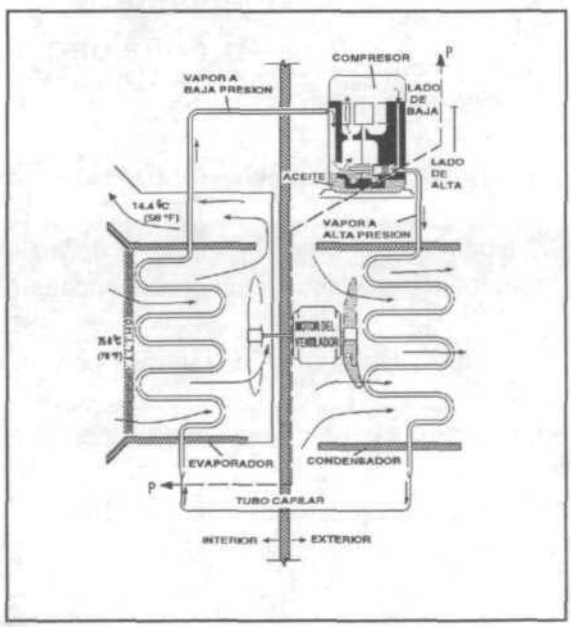


Figura 47-18. Si las aspas del ventilador están dobladas, es posible que la unidad vibre y castañetee.

gotas del evaporador tuviera una fuga. En tal caso, séllelo.

La unidad no enfría como debiera. Primero, vea si el filtro de aire está obstruido, y en caso necesario limpíelo o reemplácelo. Asegúrese de que el regulador del tiro esté colocado de manera que el aire del exterior no penetre a la unidad. Asegúrese también de que el aire fluya libremente sobre el serpentín del condensador. Cerciórese de que el dispositivo para el control del flujo esté funcionando en la forma debida. Tal vez necesite limpiarlo, o reemplazarlo. Compruebe la carga de refrigerante. Posiblemente tenga una fuga y no haya suficiente refrigerante.

El evaporador se cubre de hielo. También en este caso, pruebe el filtro de aire. Luego, pruebe el ventilador del evaporador. Tal vez se esté sobrecalentando y por lo tanto se apague por sí mismo. En caso de que la temperatura exterior, o la de la habitación, sea muy baja, el evaporador se cubrirá de hielo. Esto quiere decir que el cliente usa la unidad cuando no debería usarse.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Si la unidad no funciona, esto puede ser causado por la existencia de un_____fundido.

2. Cuando el compresor funciona de manera irregular puede ser que exista un voltaje o un amperaje inadecuados o que se encuentre sucio el _ _ de aire.

3. El ruido excesivo en una unidad de ventana puede ser originado en el_____.

4. Cuando la unidad gotea puede deberse a que ésta no esté bien_____.

5. Cuando la temperatura del exterior, o la de la habitación, es muy baja, provoca que el _____se cubra de hielo.

Respuestas

1. fusible 2. filtro 3. compresor 4. nivelada 5. evaporador

Resumen

Ahora que ha estudiado esta lección, ya sabe cómo instalar una unidad de ventana en una ventana de guillotina y en una de bisagras. También ha aprendido a seleccionar la unidad correcta, y conoce los tres factores que hay que considerar para tomar una buena decisión: medida de la habitación, orientación de la misma, y tipo de espacio situado encima de la habitación donde se va a instalar el acondicionador de aire de ventana. Sabe igualmente buscar la placa de datos, y conoce la importante información que contiene. Ha aprendido asimismo cuáles son las principales partes eléctricas del sistema de refrigeración y sabe cómo revisarlas. Ademas sabe cómo verificar el interruptor de control, y cómo limpiar el condensador, así como el papel que desempeña el equipo para arranques difíciles y en qué consiste. Conoce, por último, cómo investigar y cómo solucionar fallas del sistema. ¡Está hecho usted todo un técnico de refrigeración y aire acondicionado! ¡Felicidades!

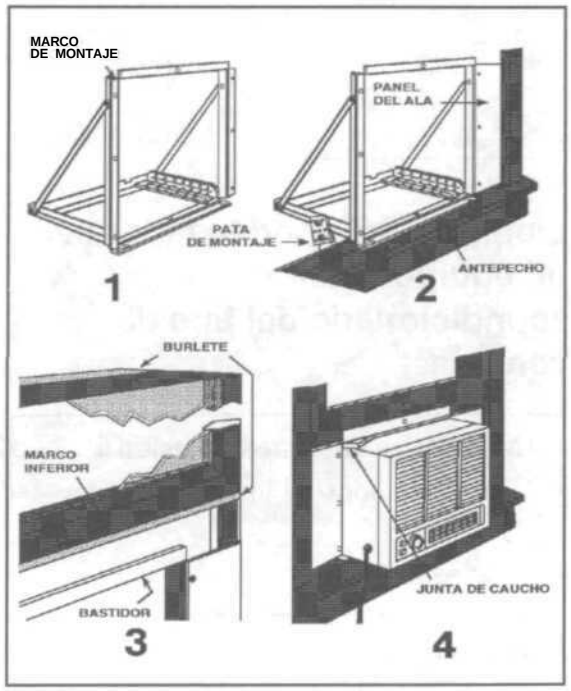
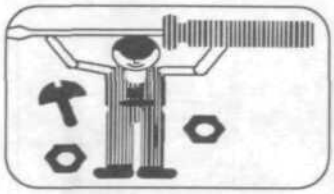


Figura 47-19. Cuatro pasos básicos en la instalación de un acondicionador de aire de ventana.



Tareas Prácticas

Limpieza del condensador de un equipo de aire acondicionado del tipo de ventana

Materiales que usted necesitará

- Una aspiradora del tipo doméstico
- Un cepillo
- Trapos limpios

Información previa

Como se ha venido estudiando a lo largo de este curso, el condensador de un sistema de refrigeración mecánica tiene como función el robar calor al refrigerante a fin de convertirlo en líquido refrigerante a alta presión. Por lo tanto, debe presentar una superficie amplia y suficientemente limpia, para que el aire ambiental circule de manera adecuada y pueda cumplir con su función de robar el calor del refrigerante en el condensador. Si el condensador se encuentra sucio en su sección exterior, entonces el aire no circula convenientemente y entonces el refrigerante no se condensa del todo. Como técnico de servicio y para hacer bien su trabajo, cada vez que usted haga una visita de servicio tendrá que dar limpieza al condensador.

Lo que usted deberá hacer

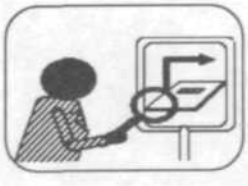
Realizará la limpieza del condensador de un equipo de paquete del tipo de ventana.

Procedimiento

1. Detenga la operación de la unidad y luego desconéctela.
2. Si cuenta con una aspiradora, aspire toda la superficie del condensador hasta dejarla libre de polvo y partículas extrañas.
3. Si cuenta con aspiradora, entonces con el cepillo limpie perfectamente la superficie del condensador.
4. Luego acabe de retirar el polvo con un pedazo de trapo limpio, a fin de eliminar completamente la suciedad del condensador.

Conclusiones

Para que un equipo trabaje convenientemente debe estar en condiciones de operación adecuadas, y la limpieza es una de las más importantes.Si usted desea lograr un trabajo de calidad, hágalo con limpieza.



...y después, ¿qué sigue?

¿Qué efecto tiene el calor radiante? ¿Qué servicio de mantenimiento requieren los exhibidores? ¿Cuáles son las cinco recomendaciones para instalar un equipo comercial de refrigeración? ¿Cuántos métodos hay para descongelar un exhibidor? ¿Qué sistemas hay para fabricar hielo? ¿Qué cálculos requiere la fabricación de hielo?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. Antes de instalar una unidad de ventana se debe uno de cerciorar de que sea
a. del color adecuado.
b. del precio adecuado.
c. del tamaño apropiado para la habitación.
d. de la marca adecuada.

2. **Las unidades de ventana generalmente se instalan en ventanas de guillotina y en ventanas de**
a. persianas.
b. bisagras.
c. cortina.
d. guillotina.

3. Hay gran variedad de ventanas de bisagras. AI instalar una unidad de ventana en una ventana de bisagras se deberán emplear
a. las indicaciones del cliente,
b. las indicaciones del electricista.
c. las indicaciones del albañil.
d. las indicaciones que vienen con la unidad.

4. Mucha de la información vital para instalar o dar servicio a una unidad de ventana se encuentra en
a. la placa de datos.
b. el catálogo del proveedor.
c. la factura.
d. el contrato de venta.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón, correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

Calificación

Núm. de matrícula

OBSERVACIONES

RESPUESTAS

1		6	
2		7	
3		8	
4		9	
5		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L447

5. Hay dos tipos de diagramas esquemáticos: los pictóricos y los de
a. construcción mecánica.
b. instalación mecánica.
c. tendido eléctrico.
d. instalación hidráulica.

6. Los capacitores de arranque sirven para
a. aumentar la potencia de arranque.
b. aumentar la carga de arranque.
c. aumentar la resistencia.
d. aumentar el voltaje.

7. Las unidades de ventana generalmente tienen dos ventiladores, uno para el condensador y el otro para el
a. compresor.
b. evaporador.
c. dispositivo de control de flujo.
d. deshumidificador.

8. Para limpiar el condensador de una unidad de ventana, se puede emplear
a. solventes químicos.
b. un desincrustante.
c. cepillo de alambre.
d. una aspiradora doméstica.

9. El relevador térmico bimetálico funciona a base de
a. presión.
b. electricidad.
c. calor.
d. aceite.

10. Cuando el ventilador funciona pero el compresor no, puede estar dañado
a. el termostato.
b. el dispositivo de control de flujo.
c. el condensador.
d. el evaporador.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción....4
1. Definiciones y descripciones....4
2. Exhibidores....5
3. Cámaras frigoríficas....13
4. Sistemas para fabricar hielo....14
5. Resumen....23
6. Tareas prácticas....24
7. Examen..., ...25

Exhibidores y fábricas de hielo

L448 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 4

Definiciones y descripciones, 4

Exhibidores, 5
- Disposición del exhibidor, 5
- Exhibidores abiertos, 6
- Iluminación del exhibidor, 7
- Efecto del calor radiante, 7
- Exhibidores cerrados para carne, 8
  - Disposición del serpentín, 9
- Conexión múltiple, 9
- Mantenimiento de los exhibidores, **10**
- Instalación, **10**
  - Líneas de succión, **10**
  - Deshidratador, **11**
  - Separadores de aceite, 11
  - Circulación de aire, **11**
  - Desviadores, **11**
- Descongelación del exhibidor, **11**
  - Método de tiempo directo, **11**
  - Método de presión, **12**
  - Método de temperatura, 13
- Requisitos para el drenaje, **13**

Cámaras frigoríficas, **13**

Sistemas para fabricar hielo, **14**
- Sistemas para fabricar hielo en recipientes, **14**

Tubería de aire, **15**
Recipientes de hielo, **15**
Tanques de congelación, **16**
Sistemas de hielo en placas, **16**
Sistemas de placas de expansión directa, **17**
Sistemas de placas de expansión directa con salmuera "en reposo", **18**
Sistema de placas de salmuera y celdas, **18**
Sistema de placas de salmuera y serpentín, 18
Sistema de bloques, **18**
Métodos de congelación, **18**
Cosecha del hielo en placas, **19**
Fabricadores automáticos de hielo, **19**
Sección de congelación, **19**
Sección de cosecha, **19**
Tablero de control, **19**
Hielo seco, **19**
Cálculos para la fabricación de hielo, **21**
Capacidad, **21**
Pérdida por calor, 21
Tiempo de congelación, 22
Almacenamiento de hielo, 22

Resumen, 23

Tareas prácticas:
Identificación de refrigeradores para almacenamiento de tipo comercial, 24

Examen, 25

Introducción

Seguramente usted acude con frecuencia al autoservicio o supermercado donde adquiere los víveres que consumirá de manera diaria. Ahí ha visto que la carne, el pollo y el pescado se encuentran colocados en exhibidores refrigerados. Estos les permiten mantenerse frescos durante mucho más tiempo, además de presentar un aspecto más atractivo para la clientela.

Como técnico de servicio en refrigeración y aire acondicionado, recibirá usted llamadas para atender este tipo de equipos. Por ello es necesario que conozca su forma de operación y la manera como consiguen la conservación de alimentos perecederos.

Tendrá asimismo ocasión de atender problemas que se presenten en equipos de fabricación de hielo, y desde luego los conocimientos que usted tenga sobre estos equipos le permitirán tratarlos más adecuadamente.

En esta lección daremos, pues, un tratamiento amplio a los equipos conocidos como exhibidores. Pero también veremos con detalle los equipos que se emplean en la fabricación de hielo, imprescindibles en actividades donde se usa el hielo en bloque para la conservación de algunos productos, como por ejemplo en la industria pesquera.

Como ya es costumbre en nuestras lecciones, le recomendamos que lea con bastante cuidado cada uno de los temas y, si algo no le ha quedado completamente claro, no dude en volver a leerlo cuantas veces sea necesario.

Definiciones y descripciones

ACUMULADOR *(accumulator).* Un acumulador es un recipiente colocado en la línea de succión para separar las impurezas líquidas cuando se succiona el gas.

CLORURO DE CALCIO *(calcium Mondé).* El cloruro de calcio es usado en la fabricación de salmuera. Se hace con una combinación de cloruro de calcio y agua cristalizada mezclados con un poco de sal. También tiene un poco de óxido de calcio para proteger el hierro y el acero de la corrosión.

COSECHA *(harvesting).* Cosecha es la recolección o acopio de bloques de hielo una vez que han sido totalmente congelados y están listos para almacenarse.

LINEA DE SUCCIÓN *(suction Une).* La línea de succión es el tubo o tubería que conduce el vapor refrigerante desde el evaporador hasta la entrada del compresor.

SALMUERA *(brine).* La salmuera es un medio de refrigeración empleado en sistemas de refrigeración directa para enfriar más el refrigerante. Se bombea por todo el material o espacio que va a ser enfriado, y absorbe el calor radiante.

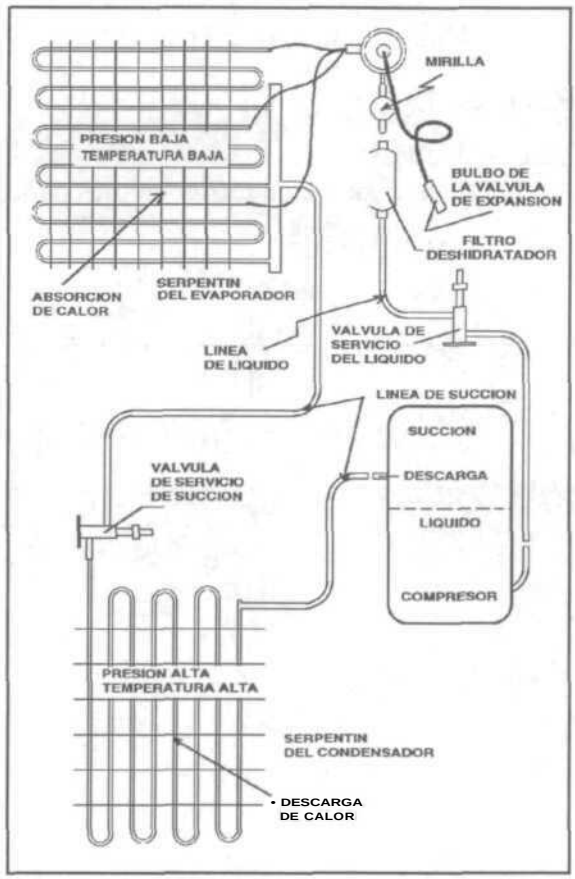


Figura 48-1. Serpentines de un sistema de refrigeración.

La salmuera, que es agua cargada de sal, debe tener un punto de congelación lo suficientemente bajo como para permitirla continuar en estado líquido incluso a las temperaturas más bajas que pueda alcanzar el proceso de refrigeración.

SERPENTÍN *(coil).* Un serpentin es cualquier elemento refrigerante hecho de tubo o tubería.

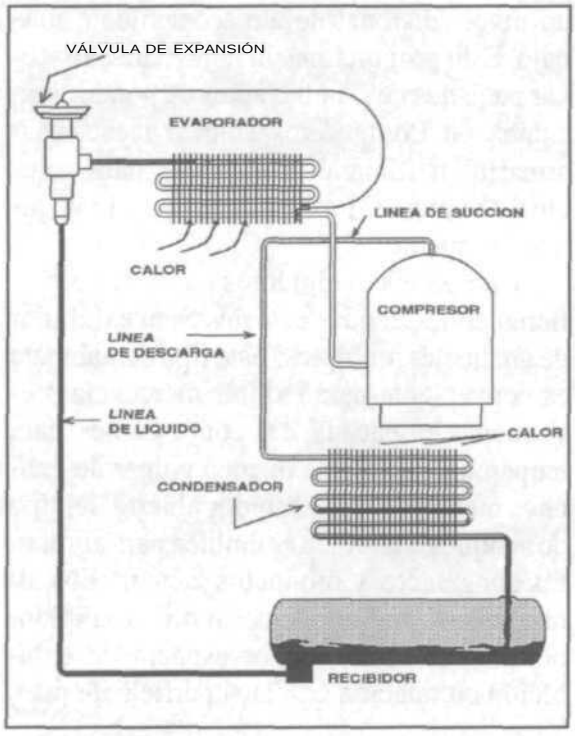


Figura 48-2. Línea de succión.

Exhibidores

Siempre que entre en una tienda de abarrotes o en un supermercado, podrá ver unidades modernas de refrigeración comercial. Están diseñadas para proporcionar el efecto de enfriamiento necesario para una gran variedad de alimentos. La temperatura de cada unidad se controla individualmente para evitar la descomposición de los diferentes productos.

Como ya habrá notado en sus visitas al supermercado, los lugares donde se han instalado las unidades de refrigeración se determinan teniendo en cuenta al comprador. Cuando usted es el cliente, el acto de comprar debe representar una comodidad. La próxima vez que vaya a su tienda favorita, observe si se han colocado las unidades de refrigeración en lugares que faciliten hacer las compras.

Disposición del exhibidor

Los exhibidores son precisamente esto: un mostrador refrigerado para exhibir productos alimenticios perecederos. Los alimentos perecederos son aquellos productos que se pueden descomponer después de que transcurra cierto periodo de tiempo. Un exhibidor refrigerado ayuda a conservar los alimentos perecederos, de manera que sigan frescos cuando el cliente los lleve a su casa. Pero el exhibidor hace algo más con ese alimento. Proporciona al tendero un lugar donde exhibir y acomodar la mercancía perecedera de manera que resulte atractiva al cliente.

El exhibidor de carnes está arreglado para ofrecer una gran variedad de carnes al cliente. Se encuentra carne de pollo, de res, de cerdo y mariscos. Los clientes no necesitan esperar en "la cola" para hablar con el carnicero y obtener cierto corte o tipo de carne.

Toda la mercancía se encuentra envuelta adecuadamente, con el precio anotado y lista para que el cliente la escoja. Con la envoltura de la carne se obtienen varias ventajas importantes. La envoltura transparente nos permite ver lo que estamos comprando. Protege la carne contra el aire. Si no se hace esto, el aire la decolorará y la secará. La etiqueta de envoltura también indica el peso, el precio por kilogramo y el costo total.

El cliente hace su selección en un exhibidor abierto. El término "abierto" es la palabra importante aquí. La temperatura de refrigeración es más baja que la temperatura ambiente de la tienda, y el aire frío fluye hacia abajo del interior del exhibidor propiamente dicho. Esto permite tener el exhibidor abierto, lo que facilita a los compradores tomar la pieza de carne que deseen comprar.

En la Figura 48-3 se puede ver un ejemplo típico de un mostrador para exhibir carne.

Por supuesto, todo lo que se encuentra en el exhibidor o mostrador no se venderá en un solo día. Los productos cárnicos que no se venden en un día se exhiben de nuevo al día siguiente. Estos productos permanecerán con su aspecto fresco porque están bien envueltos.

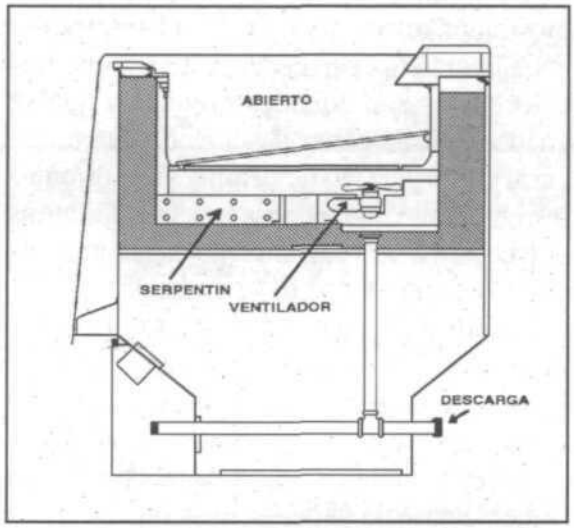


Figura 48-3. Mostrador típico para la exhibición de carnes en un supermercado.

Sin embargo, ninguna mercancía perecedera puede durar siempre, ni siquiera en un exhibidor refrigerado. La carne que ya no es de buena calidad no debe permanecer en exhibición. Debe cambiarse por carne fresca.

Actualmente existe una diversidad de exhibidores de carne abiertos y cerrados para las tiendas de comestibles y supermercados. Los costados, el respaldo y los extremos de estos exhibidores de carne están bien aislados, de manera que la unidad puede conservar refrigerado el aire que contiene. El frente de una unidad exhibidora del tipo cerrado se construye de "Thermoglass" (vidrio térmico), con lo que el público comprador puede ver claramente la carne.

Las unidades verticales con anaqueles son los tipos más recientes de exhibidores de carne. Están diseñadas para exhibir fiambres variados, tocino, jamón y productos similares. No importa cuál sea el diseño que pueda tener el exhibidor: los requisitos básicos de refrigeración siguen siendo los mismos. ¡Vamos a darles un vistazo!

Exhibidores abiertos

Los exhibidores abiertos mantienen fríos los productos alimenticios haciendo circular aire frío desde un serpentín. Los de doble propósito son convenientes, porque cuentan con un nivel adicional de almacenamiento más bajo. Esto proporciona un lugar para almacenar paquetes de fiambre antes de ponerlos en exhibición. Los tenderos también pueden usar armarios o cámaras frigoríficas para solucionar cualquier problema de espacio de almacenamiento.

Uno de los exhibidores que más se prefieren en las tiendas actuales es el exhibidor de anaqueles múltiples. Este tipo de gabinete es conveniente para exhibir mercancía previamente empacada, tal como carnes para emparedados, que se pueden colgar de ganchos metálicos. El exhibidor abierto del tipo de anaqueles también se emplea para alimentos congelados y productos lácteos. Los almacenistas prefieren este tipo de exhibidor porque ofrece un mayor espacio de exhibición en relación con la superficie de piso.

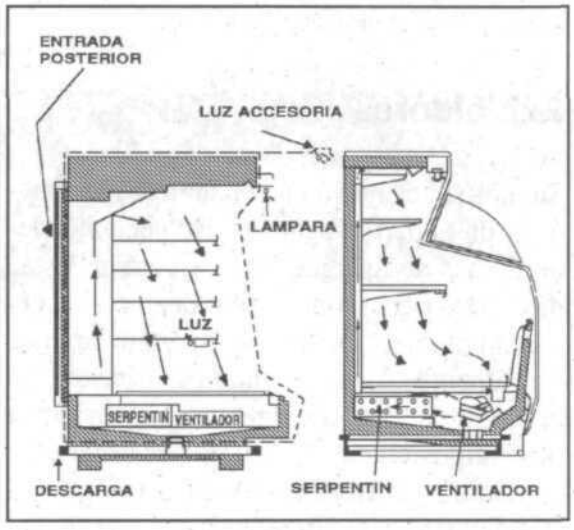


Figura 48-4. Exhibidores abiertos, con anaqueles.

En la Figura 48-4 se muestran diferentes vistas de los exhibidores abiertos con anaqueles.

La turbulencia del aire exterior afecta a todos los exhibidores abiertos. Esta turbulencia del aire puede deberse a los ductos de calefacción y enfriamiento, a puertas abiertas, ventanas, ventiladores y otras corrientes de aire. Se deben eliminar estas corrientes para que los exhibidores abiertos puedan funcionar eficazmente. Una manera sencilla de impedir corrientes, es desviar el flujo de aire de todos los exhibidores abiertos; y también procurar mantener cerradas puertas y ventanas.

Iluminación del exhibidor

¿Ha notado usted que los exhibidores de carne de los supermercados cuentan con una iluminación muy brillante? Esto se debe a que la carne parece más apetitosa bajo luces brillantes. Un exhibidor de carnes bien iluminado aumenta grandemente las ventas de los productos cárnicos. El exhibidor de carne generalmente cuenta con una iluminación de 100 a 150 bujías-pie (fc). El resto de la tienda usualmente tiene una iluminación de 75 a 100 bujías-pie.

Estas luces tienen un efecto evidente sobre los productos cárnicos. Pueden representar un problema por el calor radiante. Por ejemplo, tomemos dos cortes diferentes de carne en un exhibidor. Uno de ellos está envuelto de la manera usual en el material transparente de envoltura y el otro está envuelto en hoja de aluminio. Mantendremos estos dos cortes de carne con envolturas diferentes, uno junto al otro en el exhibidor, durante 24 horas. Después que haya transcurrido este lapso, abriremos nuestros paquetes de carne para ver cuál ha sido el efecto que han tenido las luces sobre la carne.

¿Qué descubriremos? Para comenzar, ¿sabe usted que el aluminio rechaza el calor radiante por reflexión? Actúa como pantalla para proteger el contenido contra los rayos caloríficos (infrarrojos). El material transparente de envoltura no lo hace.

Cuando abrimos nuestros paquetes, descubrimos que la carne protegida por la hoja de aluminio tiene una temperatura muy cercana a la del aire del exhibidor. El otro paquete, envuelto en material transparente, no está tan frío como el paquete de carne envuelto en hoja de aluminio.

Los propietarios de las tiendas de autoservicio han aprendido que las lámparas fluorescentes son mejores que las incandescentes. Las primeras distribuyen la luz más uniformemente que las lámparas incandescentes y producen menos rayos caloríficos (infrarrojos) que las incandescentes. Las lámparas fluorescentes "Deluxe" blancas frías o las "Deluxe" blancas calientes, también imparten colores rojos y encarnados más verdaderos a la carne.

Efecto del calor radiante

La transmisión del calor radiante origina un problema en el almacenamiento de la carne. Los exhibidores abiertos se construyen para el flujo máximo permisible de aire. Esta corriente de aire se ha diseñado para eliminar el calor de los productos a una velocidad relativamente alta. Si la entrada de calor radiante es mayor que la velocidad del calor que se extrae mediante el aire del exhibidor, estaremos en dificultades. La temperatura del producto se elevará.

¿Será necesario hacer trabajar el exhibidor a una temperatura mis baja para solucionar este problema? No. Los exhibidores abiertos para carne se mantienen lo más cerca posible a la temperatura de congelación de la carne roja (-2 a 1° C; 28.4 a 33.8° F), por lo que bajar la temperatura no nos ayudará a remediar esta condición. Parece ser que la única forma de resolver este problema es eliminar, o por lo menos atenuar, la intensidad de la fuente de calor. Como ya sabemos que la iluminación es un transmisor importante del calor radiante, veamos qué se puede hacer con ella para ayudar a corregir esta situación.

La temperatura superficial de las lámparas eléctricas puede aumentar mucho, arriba de 1,100 °C (2,012 °F) para las lámparas incandescentes. El calor que producen estas unidades se puede reducir usando difusores y cristales diseñados para reducir la intensidad de la luz y proporcionar una pantalla entre la carne y la fuente luminosa de alta temperatura.

La carne es un artículo perecedero, pero a su vez un productor de altas utilidades, en una tienda de comestibles. Por lo tanto, se debe tener mucho cuidado de protegerla contra los efectos del calor radiante. El control sobre este problema se logra mediante la planificación cuidadosa, así como con el uso de un exhibidor abierto,

Exhibidores cerrados para carne

Los exhibidores cerrados para carne no trabajan del mismo modo que los de tipo abierto. Con un exhibidor cerrado se debe dar

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V *si considera verdadera la afirmación, o la letra* F *si la considera falsa.*

1. Los exhibidores son vitrinas refrigeradas que sirven para exhibir productos alimenticios perecederos.	F	V
2. El frente de una unidad exhibidora del tipo cerrado se construye de plástico.	F	V
3. Los exhibidores abiertos mantienen fríos los productos alimenticios haciendo circular aire frío desde un serpentín.	F	V
4. La iluminación de los exhibidores se obtiene con iguales resultados si se colocan lámparas fluorescentes o lámparas incandescentes.	F	V
5. El calor que producen las unidades de iluminación en los exhibidores abiertos de carnes, se puede reducir usando deflectores y cristales diseñados para reducir la intensidad de luz.	F	V

Respuestas

1. V 2. F (Se construye de "Thermoglass", vidrio térmico). 3. V 4. F (Los propietarios de las tiendas de autoservicio han aprendido que las lámparas fluorescentes son mejores que las incandescentes). 5. V

mayor atención y cuidado a la carne. Es necesario ordenar constantemente el exhibidor para obtener el efecto máximo de atracción. Los productos sin envoltura tienen más probabilidades de contaminarse y secarse. Si no se mantienen a temperaturas exactas, se puede formar hielo en los serpentines y se puede dañar la superficie de la carne.

Disposición del serpentín. El aire frío no se elevará más arriba del serpentín de donde procede. Por lo tanto, los serpentines de refrigeración deben estar en el punto más alto posible del exhibidor. También es muy importante permitir que el cliente vea lo más que se pueda del interior del gabinete. Entonces, la parte superior, que contiene el serpentín, debe ser muy estrecha. Esto reducirá el volumen del serpentín superior, lo cual también disminuye los efectos de la refrigeración. Para compensar esta circunstancia, se debe instalar otro serpentín en alguna parte bajo el anaquel, contra el frente, en el piso o las paredes. La forma de la caja puede determinar el lugar de ubicación del serpentín.

Se debe recordar que la circulación del serpentín superior no se envía directamente sobre el producto. Si así fuera, sólo tendería a secar la mercancía que se exhibe en el anaquel. El efecto del serpentín superior tiene la finalidad de mantener alta la humedad relativa y conservar el color brillante original de la carne en el exhibidor. En todos los casos, los serpentines inferiores están dispuestos para enfriar el producto. Esto se lleva a cabo en parte mediante la circulación, pero principalmente por radiación.

Conexión múltiple

Algunas veces se conectan dos o más exhibidores a una máquina de refrigeración. La Figura 48-5 muestra cómo trabaja este sistema. Se debe tener mucho cuidado con este tipo de instalación, porque pueden surgir problemas con demasiada facilidad. Considere lo que puede ocurrir si una de las

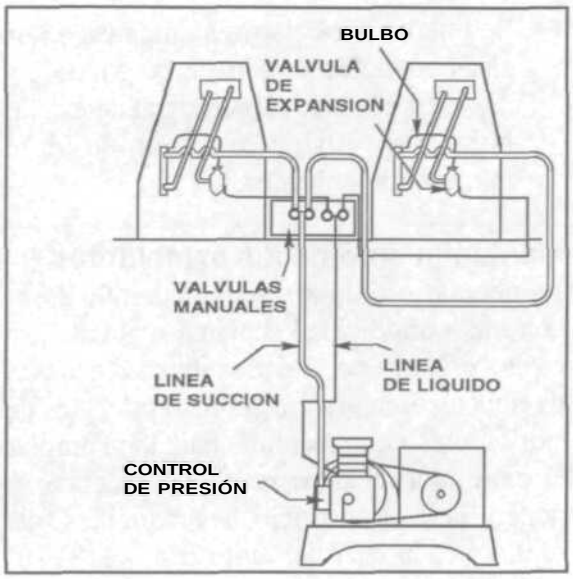


Figura 48-5. Conexión múltiple típica.

unidades tiene que operar a una temperatura demasiado alta, mientras la otra debe hacerlo a una temperatura muy baja. El alimento se puede descomponer, lo cual significaría una pérdida de utilidades para el tendero.

La lista siguiente contiene los requisitos generales para la operación múltiple:

- Todas las unidades conectadas en el sistema múltiple se deben encontraren buenas condiciones.
- El servicio para todas las unidades debe ser uniforme.
- Todas las unidades deben proporcionar las temperaturas deseadas mientras trabajan con la misma contrapresión durante el mismo tiempo de funcionamiento. En otras palabras, los serpentines deben estar equilibrados para funcionar con la misma contrapresión.
- Las unidades no deben estar demasiado alejadas de la máquina de refrigeración. Esta se debe encontrar a igual distancia de todas las unidades, para obtener las mejores condiciones de operación.

Se pueden conectar tres unidades en un sistema múltiple. Sin embargo, se reducen las posibilidades de lograr un funcionamiento correcto al aumentar el número de unidades.

Mantenimiento de los exhibidores

Es necesario limpiar todos los exhibidores con una periodicidad semanal regular. Esta es una práctica normal para muchas cadenas de tiendas. La mayoría de los fabricantes de exhibidores así lo recomiendan. Para limpiar el exhibidor se debe retirar el producto y poner fuera de servicio la máquina. Cada rejilla y cada charola, junto con toda la superficie interior, se debe restregar con un jabón suave (detergente) o una solución de bicarbonato de sosa. Se debe usar muy poca agua y nunca se debe permitir que ésta entre en contacto con ninguna parte eléctrica. Nunca se debe usar amoníaco para limpiar el exhibidor. Los vapores de amoníaco decoloran rápidamente la carne.

Instalación

Cuando instale un equipo de refrigeración, fíjese mucho en el sistema de tubería. ¿Por qué? Porque es importante evitar caídas de presión tanto en las líneas de líquido como de succión. Una caída de presión en las líneas de succión o de descarga puede originar la formación de gas en dichos conductos. Una caída de presión también puede dar por resultado muy poca presión del líquido en el dispositivo de alimentación de éste.

La lista siguiente comprende cinco recomendaciones que debe recordar con respecto al sistema de tubería del refrigerante y lo que debe llevar a cabo cada uno de acuerdo con su diseño:

- Asegurar la alimentación correcta de refrigerante a los evaporadores.
- Evitar que quede atrapada una cantidad grande de aceite lubricante en cualquier parte del sistema.
- Proteger el compresor contra la pérdida de aceite lubricante en todo momento.
- Evitar que entre refrigerante líquido al compresor.
- Mantener el sistema limpio y seco.

Líneas de succión. La generalidad de los sistemas de tubería para refrigeración poseen un reforzador de succión. Su propósito consiste en reducir al mínimo la posibilidad de que pase líquido del evaporador al compresor. Esto puede suceder durante los ciclos de "reposo" del compresor.

Al proyectar la instalación de las líneas de succión se deben recordar cuatro factores:

- El diámetro de la línea de succión se debe calcular para obtener una caída de presión práctica a plena carga.
- La línea se debe diseñar para que devuelva el aceite del evaporador al compresor en condiciones de carga mínima.

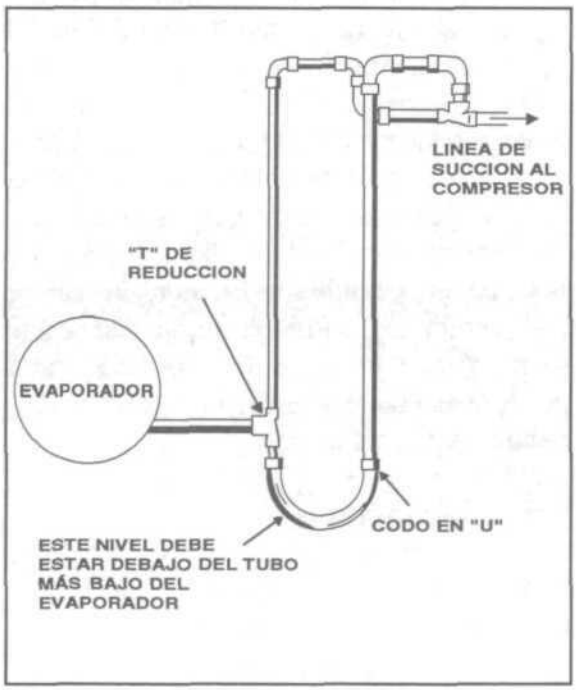


Figura 48-6. Tubería con conexión ascendente de succión.

Se debe diseñar para evitar la entrada de refrigerante líquido en el compresor durante la parada de éste.

Se debe diseñar de manera que el aceite procedente de un evaporador activo no se descargue en un evaporador en reposo.

Deshidratador. Durante la instalación se debe adaptar un deshidratador permanente en la línea de líquido. Cambie el agente deshidratante si se satura. De otro modo puede hacer que se peguen las válvulas de expansión y que se presente una corrosión dentro de diversos componentes.

Separadores de aceite. Un separador de aceite mejorará el funcionamiento del sistema. No obstante, para que el sistema trabaje bien, no se necesita urgentemente un separador de aceite. No es lo que un técnico en refrigeración llamaría una necesidad del servicio.

Circulación de aire. La circulación del aire es una verdadera necesidad en los exhibidores para supermercados y en las unidades grandes, lo cual explicaremos más adelante. La circulación no solamente sirve para distribuir el aire refrigerado, también ayuda a eliminar los gases y olores originados por los productos alimenticios almacenados.

Tanto un exhibidor como una cámara frigorífica contienen una unidad de enfriamiento y un evaporador. Cuando se absorbe el calor del aire en contacto con el evaporador, se enfría, se hace más pesado y desciende. Este aire frío se debe hacer circular alrededor del alimento almacenado para que tenga lugar la refrigeración. De este modo, el aire frío absorbe el calor del producto alimenticio y de la unidad de almacenamiento.

El aire se expande, se eleva y entra en contacto nuevamente con el evaporador. Este ciclo se repite una y otra vez. La velocidad del flujo del aire depende de la temperatura relativa del aumento y de la unidad de enfriamiento.

Desviadores. Se usan desviadores para favorecer y dirigir el aire circulante. La circulación depende principalmente de la diferencia de temperatura entre el evaporador y el compartimento de los alimentos. Para asegurar esta diferencia de temperatura, la plataforma del evaporador se debe aislar con placa de corcho de entre una pulgada y pulgada y media (25 mm a 38 mm) para obtener temperaturas refrigerantes menores de 20 °F (-7 °C).

Si la plataforma del evaporador no está aislada correctamente, casi no habrá diferencia de temperatura entre el evaporador y el compartimento de los alimentos. La circulación será deficiente e incapaz de mantener las temperaturas necesarias en el compartimento de los alimentos. Tarde o temprano se descompondrán éstos. La plataforma del evaporador probablemente deje gotear agua dentro del compartimento mencionado. Las gotas de agua procederán de la condensación que tiene lugar en el fondo de la plataforma.

Descongelación del exhibidor

Es necesario descongelar las unidades comerciales de exhibición. El método eléctrico directo es el más ampliamente aceptado para llevar a cabo este trabajo. En pocas palabras, este sistema consiste en un calefactor eléctrico del tipo de resistencia y en un interruptor de tiempo que opera eléctricamente, para iniciar la acción de descongelación.

Con este sistema básico se pueden emplear varios métodos para descongelar la unidad comercial. La selección del método puede depender del diseño del sistema de refrigeración y de la preferencia del usuario.

Método de tiempo directo. Este método se controla por medio de un reloj. La duración del tiempo de descongelación se puede ajustar al terminar la instalación. Este método es confiable, pero tiene ciertos inconvenientes.

Una desventaja es que no permite cambiar las condiciones de la carga de servicio, la humedad y otros factores. La única manera de asegurar la operación correcta en todo momento es ajustar el periodo de tiempo de descongelación para las condiciones más severas. Esto dará por resultado periodos de descongelación muy largos, sean o no sean necesarios.

La ventaja de la descongelación de tiempo directo es su bajo costo. Otro punto a su favor es su sencillez básica.

Método de presión. Este método depende del aumento de la presión del refrigerante cuando se eleva la temperatura del serpentín durante la descongelación. Se decide cierta presión de acuerdo con la cual se interrumpirá el proceso de descongelación por medio

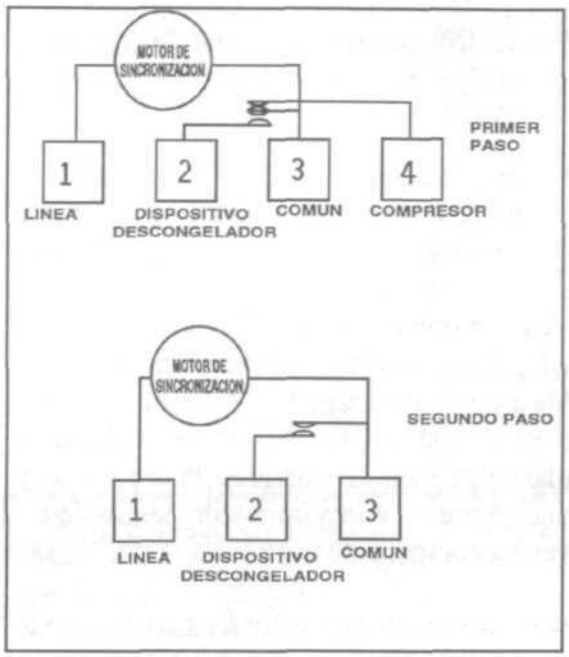


Figura 48-7. Diagrama de control de descongelación por tiempo y presión..

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Algunas veces se conectan_____o más exhibidores a una máquina de refrigeración.

2. Como medida de mantenimiento, es necesario limpiar todos los exhibidores con una periodicidad_____.

3. La generalidad de los sistemas de tubería para refrigeración poseen un_____ de succión que sirve para reducir al mínimo la posibilidad de que pase líquido del evaporador al_____.

4. El método de descongelación del exhibidor de tiempo directo se controla por medio de un _____.

5. El método de descongelación del exhibidor donde se emplea un termostato se llama _____.

Respuestas

1. dos 2. semanal 3. reforzador-compresor 4. reloj 5. método de temperatura

de un interruptor de presión. Si este interruptor deja de trabajar, usualmente este método cuenta con un disyuntor automático de "seguridad contra fallas" basado en un cierto periodo de tiempo.

La ventaja de este sistema es que se ajusta automáticamente a las diferentes condiciones de la carga de servicio y la humedad. El tiempo de descongelación dura sólo lo suficiente para limpiar el serpentín de escarcha.

El método de presión debería limitarse a los sistemas que poseen un control que puede detectar exactamente la presión y la temperatura. Esto se debe a que usualmente la presión responde a la zona más fría. Las líneas frías de succión controlarían el sistema de descongelación si estuviesen más frías que los serpentines. Si una parte del sistema está más fría que la temperatura final del serpentín durante la descongelación, surgirán fallas de operación.

Método de temperatura. Algunas unidades tienen un control para descongelación de tiempo y temperatura. Usualmente, el termostato está ubicado sobre el serpentín y ajustado a cierta temperatura, alrededor de 50 grados F (10 °C). Este sistema es más costoso que los demás.

Independientemente del tipo de control que se use para descongelar el refrigerador, la duración del tiempo de descongelación depende del voltaje aplicado al calefactor. Al reducirse el voltaje, aumenta el tiempo de descongelación. El calefactor descongelador típico entrega 2,400 watts a 240 volts. Si se reduce el voltaje a 208 volts, solamente entregará 2,140 watts.

Requisitos para el drenaje

Todos los exhibidores necesitan una trampa para drenaje y la instalación de tubería que la acompaña. La descarga del agua de los serpentines del congelador debe salir de la unidad sin permitir la entrada del aire caliente. Esto se lleva a cabo instalando una trampa de drenaje en el conducto de descarga. Se debe colocar un tubo de goteo en el extremo del drenaje para impedir que los gases del desagüe regresen hacia el espacio refrigerado.

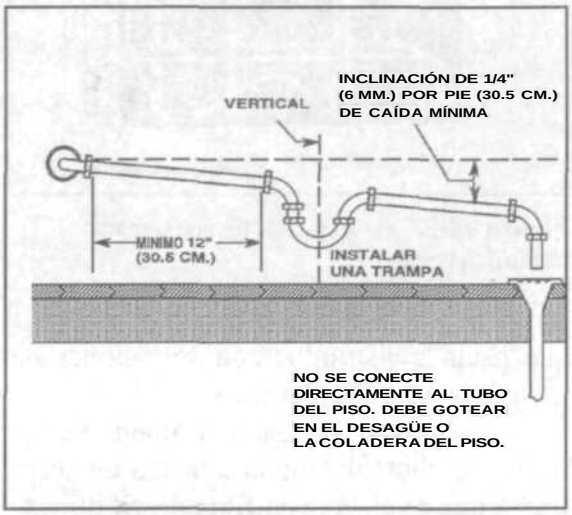


Figura 48-8. Tubería de descarga típica.

Todos los tubos y conexiones del drenaje deben tener por lo menos una pulgada (25.4 mm) de diámetro. Cada sección de la tubería debe tener una ligera inclinación para permitir la salida del líquido. La trampa para drenaje no debe estar a menos de 30 cm (11.8 plgs.) de la salida del aparato enfriador.

Cámaras frigoríficas

Una cámara frigorífica permite la entrada y salida de una persona de la unidad de refrigeración. La Figura 48-9 ilustra una vista en corte de este tipo de unidad. Estos gabinetes almacenan grandes cantidades de alimentos perecederos. Las piezas grandes de carne para venta al mayoreo se almacenan dentro de estas unidades. Las piezas mucho más grandes de carne se almacenan durante un periodo más largo de tiempo que la carne que se almacena en el exhibidor, lista para su venta inmediata. En una cámara frigorífica, la carne se puede guardar en los anaqueles,

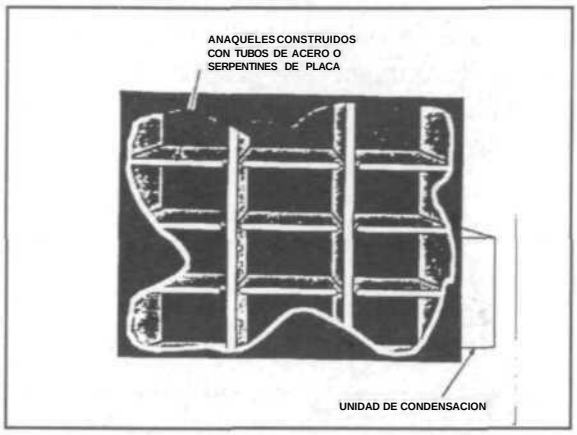


Figura 48-9. Vista en corte de una cámara frigorífica grande.

que están construidos con serpentines de tubo de acero o de placa.

Las unidades de tamaño grande usualmente se construyen con tableros de acero ligero que se aislan con fibra de vidrio y se arman sin dificultad. También es fácil ponerlas en operación. Simplemente se conectan los alambres a la fuente de comente eléctrica necesaria. Estas cámaras frigoríficas pueden estar provistas o no de piso aislador.

Con la unidad sin piso, se puede esperar una entrada de calor de 1.3 BTU, aproximadamente, por hora y por pie cuadrado (0.93 m^2) del suelo. La zona de refrigeración se puede dividir en varios compartimentos para el almacenamiento de diferentes tipos de carne.

La temperatura del depósito de carne para venta al por mayor se mantiene casi al nivel de congelación. Con un espacio refrigerado más grande, se emplea la convección forzada para enfriar la zona. El aire no sopla directamente sobre los productos cárnicos destinados al comercio mayorista.

El almacenamiento de la carne congelada presenta un problema. El desarrollo de bacterias no se interrumpe ni siquiera a temperaturas bajas. Únicamente disminuye la velocidad de su desarrollo. Como es importante mantener lo más bajo posible el crecimiento de bacterias, la carne se debe conservar a una temperatura de entre -10 y -20 °F (-23 y -29 °C). Esta temperatura se puede perder cuando se abren las puertas de la cámara y se precipita el aire caliente dentro de la unidad. Para evitar esto, es una buena idea instalar un cuarto muy pequeño entre la superficie exterior de la unidad de refrigeración y el espacio de almacenamiento.

Sistemas para fabricar hielo

La fabricación de hielo es un gran negocio en la industria de la refrigeración. Existen dos sistemas para fabricarlo: el sistema de recipientes y el sistema de placas.

Sistemas para fabricar hielo en recipientes

Para el sistema de recipientes, el agua se deposita en recipientes o moldes de hierro galvanizado dentro de un tanque con salmuera. Este tanque se mantiene frío con serpentines de expansión de amoníaco. Con este sistema existe un problema. El aire y otras impurezas tienden a acumularse en el centro del recipiente. Una forma de librarse de este inconveniente es usar agua destilada para hacer el hielo. Sin embargo, esto es muy

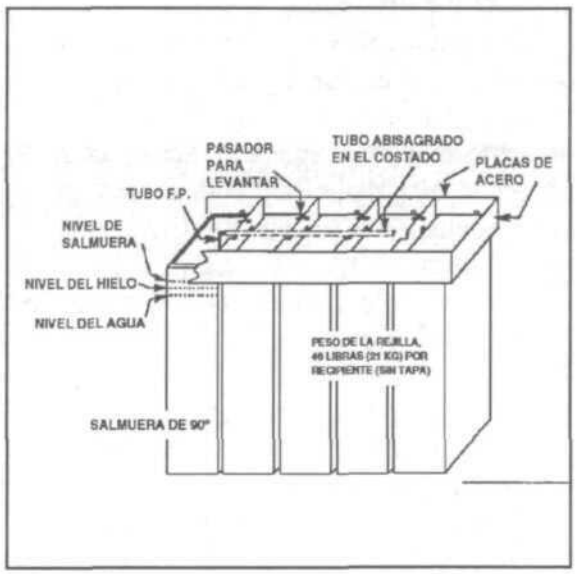


Figura 48-10. Una vista de varios recipientes para la fabricación de hielo.

Capacidad nominal (libras de hielo)	Dimensiones interiores (en pulgadas)			Profundidad de inmersión (en pulgadas)	Desplazamiento (pulgadas cúbicas)
	Parte superior	Parte inferior	Altura		
50	5x12	$4^1/_2$ x$11^1/_2$	31	28	0.9
50	6x10	$5^1/_2$ x$9^1/_2$	31	28	0.9
50	8x8	$7^1/_2$x$7^1/_2$	31	28	1.0
60	5x14	$4^1/_2$ x$13^1/_2$	31	28	1.1
100	8x16	$7^1/_4$x$15^1/_4$	31	28	2.0
200	$11^1/_2$ x$22^1/_2$	$10^1/_2$ x$21^1/_2$	31	28	4.0
200	$14^1/_2$ x$14^1/_2$	$13^1/_2$ x$13^1/_2$	35	31	3.5
300	11x22	10x21	48	46	6.0
300	$11^1/_2$ x$22^1/_2$	$10^1/_2$ x$21^1/_2$	44	40	5.7
400	$11^1/_2$ x$22^1/_2$	$10^1/_2$ x$21^1/_2$	57	52	7.4

Figura 48-11. Tamaños estándar de los recipientes para fabricar hielo.

costoso y no es un método que se use frecuentemente para la producción de hielo.

Actualmente, el agua "cruda" es la sustancia común que se emplea para producir hielo. Se agita el agua para eliminar el aire y las impurezas. Esto se puede hacer mediante un equipo especial de agitación, un chorro de aire refrigerante o una tubería especial de aire.

Tubería de aire

Esta tubería se debe instalar cuidadosamente. El aire para el soplador se toma desde abajo de la estructura. Después se le hace regresar directamente del soplador a los costados, sin ningún acondicionamiento adicional. La temperatura de los costados se mantiene entre 46 y 50 °F (8 y 10 °C). Esta temperatura evitará la congelación de la humedad en su interior. También impedirá la formación de hielo en los tubos descendentes. La temperatura del aire se debe mantener lo más baja posible. Una presión de aire de 1 1/4 a 11/2 libras es adecuada.

Recipientes de hielo

Los tamaños de los recipientes comerciales para hielo varían según el peso de los bloques requeridos. La Asociación de Fabricantes de Máquinas para Hielo de los Estados Unidos, por ejemplo, ha establecido normas para los tamaños. Consulte el Cuadro 48-11.

Para llenar con agua los recipientes para hielo se usa un dispositivo llenador. Este se coloca dentro del recipiente y se abre la válvula del agua. Un flotador de esfera dentro del recipiente se elevará con el nivel del agua. Cuando este líquido llegue a la altura correcta, la esfera cierra automáticamente la válvula. El uso del dispositivo llenador permite llenar varios recipientes a la vez.

También se puede usar un llenador de recipientes del tipo de presión para llenar con agua los moldes. Con este sistema se instala una válvula de combinación debajo del tanque de presión. Cuando se mueve hacia delante la palanca de operación, se abrirá la válvula de combinación y permitirá que el agua llene el recipiente para hielo.

La manera de retirar el hielo de los moldes es como sigue. Primero se sacan los moldes de la salmuera. Después, se sumergen en agua caliente o se rocían con la misma. Esto afloja el hielo dejándolo deslizarse hacia fuera. Probablemente usted ha hecho

esto en su casa con una charola de cubos de hielo que se resisten a salir.

Tanques de congelación

Los tanques de congelación se construyen con tres materiales diferentes: madera, acero y concreto. Los tanques de madera están expuestos a sufrir fugas y no se consideran el mejor tipo para usarse. La mayoría de los tanques se fabrican con acero recubierto con una pintura a prueba de agua. Los tanques construidos con concreto reforzado se consideran como los mejores de los tres tipos.

Los tanques de congelación contienen serpentines congeladores de expansión directa. Se distribuyen uniformemente en todo el tanque y quedan sumergidos en la salmuera. En el tanque se instala una hélice o agitador para mantener la salmuera en movimiento. Esta actúa como medio de contacto en la refrigeración del hielo. Esto se comprenderá mejor cuando lo expliquemos más ampliamente.

Cuando se evapora el amoníaco de los serpentines de congelación, extrae (elimina) calor de la salmuera. Como resultado de esta acción, se absorbe calor de los recipientes para hielo y el agua del interior de éstos comienza a congelarse. Para que tenga lugar este proceso, la salmuera se debe mantener a una temperatura de 10 a 20 grados F (-12 a -7 °C). La contrapresión de los serpentines de amoníaco debe variar entre una temperatura de 5 y 15 grados F (-15 y -9 °C).

El tanque no debe ser más grande que lo necesario para contener los recipientes, el serpentín y el agitador. Debe estar aislado por todos lados con un buen material aislante, por lo menos de 12 a 18 pulgadas (30.5 a 46 cm) de espesor. El material aislante del fondo debe tener un espesor no menor de 12 pulgadas (30.5 cm).

Después de describir la producción de hielo mediante el método de recipientes, veamos cómo se fabrica el hielo con el sistema de placas.

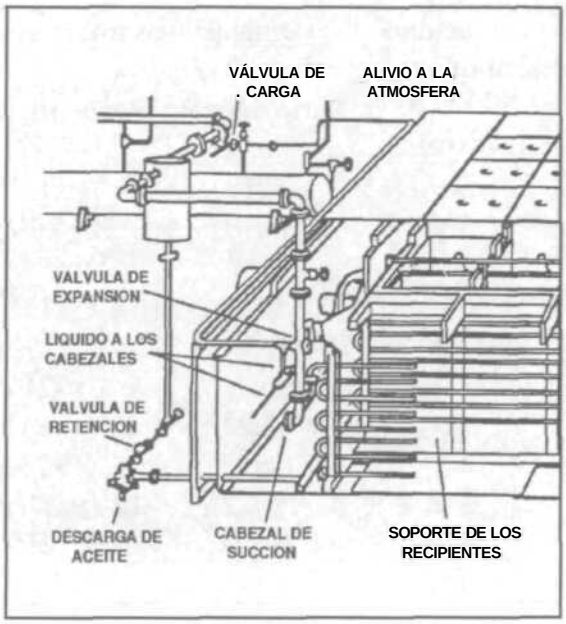


Figura 48-12. Sistema de fabricación de hielo con placas.

Sistemas de hielo en placas

Con el sistema de placas se colocan charolas huecas dentro de un tanque de agua hasta que se forma un bloque de 8 a 10 pulgadas (20 a 25 cm) de grueso. A través de las charolas huecas circula salmuera fría o amoníaco. La placa está dispuesta de tal modo que se permita la alimentación de amoníaco líquido dentro de la misma. El gas regresa al compresor de la manera usual.

Los tanques congeladores de hielo en placas no difieren mucho de los tanques congeladores de hielo en recipientes. La única diferencia es que los primeros están divididos en secciones para el tamaño y número necesario de placas que se usen para producir el hielo. El tamaño común para las placas de hielo es de 16 x 8 pies (4.88 m x 2.44 m), con un espesor de 11 pulgadas (28 cm).

Cada sección del tanque congelador de hielo en placas tiene una o más de éstas en las cuales se congela el hielo. Cada sección es suficientemente grande para contener el abastecimiento de hielo para un solo día. Esto tiene el propósito de que se pueda vaciar cada sección, limpiar y rellenar cada 24 horas.

El hielo en placas se puede fabricar mediante alguno de los diversos métodos que se enumeran a continuación:

- sistema de placas de expansión directa
- sistema de placas de expansión directa usando salmuera "en reposo"
- sistema de placas de salmuera y celdas
- sistema de placas de salmuera y serpentín
- sistema de bloques

Sistema de placas de expansión directa. La construcción de este sistema es la más simple. Posee serpentines de expansión directa en "zigzag", con placas de hierro de 1/8 de pulgada (3 mm) fijas en su posición. La descongelación del frente del hielo se lleva a cabo enviando el gas amoníaco caliente de la máquina directamente a los serpentines del tanque.

Sistema de placas de expansión directa con salmuera "en reposo". Este sistema posee serpentines sumergidos en una solución de salmuera contenida en una celda a prueba de agua y salmuera. La descongelación se realiza enviando gas caliente hacia los serpentines.

Sistema de placas de salmuera y celdas. Este sistema consiste de una celda o tanque calafateado y remachado, con un espesor aproximado de 10 cm. La tubería se instala de manera que fluya una corriente uniforme de salmuera por toda la placa. La descongelación se obtiene al hacer circular salmuera caliente a través de la placa.

Sistema de placas de salmuera y serpentín. Este es casi igual que el sistema de placas de expansión directa. La diferencia es que circula salmuera y no amoníaco a través de los serpentines. Como con el sistema de salmuera y celdas, la descongelación se lleva a cabo haciendo circular salmuera caliente a través de la placa.

Sistema **de** bloques. Con el sistema de bloques, el hielo se forma directamente sobre los serpentines, por los cuales circula amoníaco o salmuera. El hielo se corta en bloques del tamaño de la profundidad total de la placa. Esto se hace con cortadores de vapor que se dirigen a través del hielo cercano a los serpentines.

Ahora ya conoce los cinco sistemas diferentes que se usan para fabricar hielo en placas. Veamos los métodos de congelación y cómo se cosecha el hielo.

Métodos de congelación. En las plantas que usan el sistema de placas, el hielo se congela de la manera siguiente. En un tanque grande se construyen unas cuantas paredes verticales de hierro, que son huecas. Estas paredes se colocan paralelamente entre sí, con una separación de 60 ó 90 centímetros (2 ó 3 pies). El tanque se llena con agua pura de pozo hasta que las paredes de hierro queden completamente cubiertas por dicho líquido.

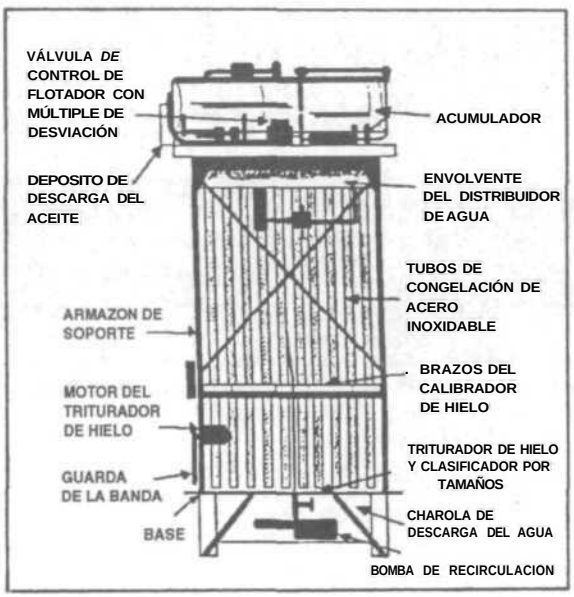


Figura 48-13. Fabricador automático de hielo.

El fluido para la congelación (salmuera fría o amoníaco) se hace pasar a través de las paredes huecas. Como resultado de esto, el agua se congelará en el exterior de las paredes. El agua se mantiene en movimiento por agitación. Esto impide que el aire se congele en el hielo. Una vez que el hielo de las paredes tiene el espesor deseado, se corta el paso del fluido congelador por las paredes y se sustituye por un fluido caliente. Este afloja el hielo para poder extraerlo del tanque.

Cuando se usa salmuera fría como agente congelador, se debe enfriar en un refrigerador separado. Desde allí se bombea a través de las paredes y se devuelve al refrigerador.

Cuando se emplea amoníaco como fluido para congelación, las paredes se construyen con tubos de expansión. Estos tubos se conectan para formar un serpentín continuo en "zigzag". Los serpentines se cubren con placas delgadas de hierro donde se acumula el hielo. Cuando hay que aflojar el hielo, se sustituye el gas amoníaco por un gas caliente.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Sistema de hielo en placas que posee serpentines de expansión directa en zigzag. _____

2. Sistema de hielo en placas que posee serpentines sumergidos en una solución de salmuera. _____

3. Sistema de hielo en placas que consiste en una celda o tanque calafateado y remachado, con un espesor aproximado de 10 cm. _____

4. Sistema de hielo en placas en el cual circula salmuera a través de los serpentines. _____

5. Sistema de hielo en placas en el cual el hielo se forma directamente sobre los serpentines, por los cuales circula amoníaco o salmuera. _____

a. expansión directa "en reposo"

b. de salmuera y celdas

c. expansión directa

d. de salmuera y serpentín

Respuestas

1.d 2.a 3.b 4.e 5.c

Cosecha del hielo en placas. Un método para cosechar el hielo consiste en usar barras elevadoras huecas, que se descongelan con vapor. Otro método es usar barras sólidas que se cortan cuando se corta el hielo. Un método más, emplea cadenas. Estas se deslizan alrededor del bloque de hielo cuando flota en el tanque.

Fabricadores automáticos de hielo

Los fabricadores automáticos de hielo producen fragmentos de éste. Los fragmentos de hielo se usan para procesamiento, embarques y protección de un gran número de productos alimenticios. Los fragmentos de hielo se fabrican en diferentes tamaños, y cada 24 horas se elaboran hasta 46 toneladas de este hielo. Las partes básicas del fabricador automático de hielo consisten en una sección de congelación, una sección de cosecha y un tablero de control.

Sección de congelación. Esta sección comprende una armazón de apoyo, los tubos de congelación con los cabezales de líquido y gas, trampas para aceite y líquido, un sistema de distribución de agua y unas válvulas de succión, de líquido y de gas caliente que operan automáticamente. También cuenta con las válvulas necesarias de solenoide y de cierre, además de una envolvente de lámina galvanizada y tubos de acero.

Sección de cosecha. Las partes que componen la sección de cosecha son la base de soporte, el ensamble del triturador de hielo y el motor, un clasificador de hielo por tamaños, la charola de descarga del agua con válvula de flotador y la bomba de recirculación y su motor, placas desviadoras y la rejilla del agua.

Tablero de control. En este tablero se encuentra un controlador de tiempo, el tablero de terminales, un relevador, el mecanismo de restablecimiento, el interruptor del selector de hielo y los manómetros.

Ahora que usted ya conoce las partes, aprendamos cómo funciona el fabricador automático de hielo.

La válvula de control de flotador del acumulador deja pasar el refrigerante líquido a los tubos de congelación de acero inoxidable. Después, el agua se dirige contra la parte superior de los tubos fríos. Como resultado, aquélla se congela y forma capas sólidas transparentes de hielo. El exceso de agua se recoge en una charola ubicada en la base de la unidad para recircularla. La charola de descarga del agua tiene una válvula de flotador para mantener el nivel correcto de dicho líquido.

Después que el hielo ha adquirido el espesor deseado, el gas de descarga entra en los tubos y expulsa el amoníaco frío. .Este gas caliente afloja el hielo y permite que se deslice hacia el triturador. El espesor del hielo puede variar de 1/8 a 1/2 de pulgada (3 a 13 mm), basado en la duración del tiempo de congelación.

Hielo seco

El hielo seco es, en realidad, bióxido de carbono. A la presión atmosférica normal tiene una temperatura de -110 grados F (-79 C).

El bióxido de carbono se puede producir de varias maneras. Se puede obtener calentando ciertas piedras calizas, o tratando estas piedras con ácido. También se puede hacer mediante un proceso de fermentación y quemando carbón de coque. Además, se desarrolla en la industria del petróleo como subproducto de la obtención de hidrógeno.

El hielo seco es extremadamente frío y su efecto refrigerante se debe controlar. Existen dos métodos comunes de control. Uno de estos consiste en aislar el hielo seco de los objetos o espacio que se desee enfriar. El otro es usar y controlar un refrigerante secundario.

El hielo seco se usa cada día más para el transporte de mercancías. Pesa menos que las

Figura 48-14. Es posible que usted haya usado hielo seco para llevar helado a casa en un día caluroso de verano.

mezclas de aire y sal que también se emplean para el transporte de artículos perecederos. Un problema que plantea el uso del hielo seco es el costo. Otro problema implica el control de la temperatura. Sin embargo, se han desarrollado varios métodos de control y uso económico de este producto.

Un depósito (compartimento para hielo seco) cubierto con una envoltura es un nuevo plan de acción recientemente ideado para usar el hielo seco en compartimentos pequeños, cajas de camiones y furgones refrigerados. El depósito y la envoltura cuentan con un aislamiento térmico para separarlos del espacio que se debe enfriar. No obstante, el calor puede pasar fácilmente desde el fluido de la envoltura al hielo seco del depósito. Los serpentines de enfriamiento se extienden desde la envoltura hacia la parte superior del espacio que se desea enfriar.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Un método para cosechar el hielo consiste en usar barras elevadoras huecas, que se descongelan con_____.

2. Los fabricadores automáticos de hielo producen_____de éste.

3. Las partes que componen la sección de cosecha de un fabricador automático de hielo son: la base de soporte, el ensamble del triturador de hielo y el_____.

4. El_____es en realidad bióxido de carbono.

5. La capacidad de fabricación de hielo de un fabricador automático equivale a un valor entre _____%, aproximadamente, de la capacidad de refrigeración.

Respuestas

1. vapor 2. fragmentos 3. motor 4. hielo seco 5. 50 y 70

La temperatura dentro de los serpentines de enfriamiento se controla mediante una válvula termostática. Esta válvula regula el flujo del refrigerante secundario de dichos serpentines. El refrigerante secundario es un líquido que posee un alto coeficiente de dilatación térmica, que circula hacia abajo por gravedad a través de la envoltura del depósito y asciende hacia los serpentines de enfriamiento.

El hielo seco también se puede colocar en un recipiente metálico aislado, rodeado por un serpentín. A través de éste circula un líquido con un punto bajo de congelación.

Cálculos para la fabricación de hielo

Capacidad. La capacidad de fabricación de hielo equivale a un valor entre 50 y 70 por ciento, aproximadamente, de la capacidad de refrigeración. Esto se expresa en toneladas de refrigeración por día. Diferentes factores afectan esta relación; por ejemplo, la temperatura que tiene el agua cuando comienza el proceso de fabricación de hielo. La temperatura ambiente y la eficiencia del aislamiento son otros factores. La capacidad de fabricación de hielo se puede calcular si se conocen las pérdidas por entrada de calor.

Supongamos que la temperatura del agua de alimentación es de 60 °F (16 °C) y que la temperatura del tanque de salmuera es de 12 °F (-11 °C). Supongamos también que la pérdida por entrada de calor es de 20%. Ahora, calcularemos la capacidad de fabricación de hielo.

El calor específico del agua es 1, y el calor específico del hielo es 0.5. Nuestro procedimiento para el cálculo será el siguiente.

La relación BTU/libra es de 60 - 32 = 28 BTU para bajar la temperatura del agua al punto de congelación. Se necesitan 144 BTU para congelar una libra de agua sin que cambie su temperatura. Para reducir la temperatura de una libra de hielo a 12 °F, el cálculo será (32 -12) 0.5 = 10 BTU.

Todo esto ascenderá hasta 182 BTU/libra de hielo producido. Se debe sumar el 29% de pérdidas por entrada de calor. Es decir, 1.2 x 182, o 218.4 BTU. De acuerdo con este cálculo, el efecto total de refrigeración para producir una tonelada de hielo es: 2,000 x 218.4 = 436,800 BTU.

Como sabemos que una tonelada de refrigeración es igual a 288,000 BTU, se entiende que la capacidad de fabricación de hielo es de 288,000 dividido entre 436,800. Esto es igual a 0.659, o 65.9 por ciento de la capacidad de refrigeración.

Pérdida de calor. La pérdida de calor en la fabricación de hielos varía: puede ser de menos del 10% y hasta del 50%. Puede calcularse la pérdida de calor cuando conocemos la tasa de producción de hielo y refrigeración.

Digamos que una planta fabrica 10 toneladas de hielo al día con un compresor refrigerante de capacidad nominal de 15 toneladas. Las demás condiciones son las mismas que las que hemos visto. ¿Sabe usted cuál va a ser la pérdida de calor?

Se necesitarán 182 BTU para extraer el calor total por libra de hielo. Esto no explica la pérdida por calor. El calor por toneladas de hielo es igual a 182 x 2,000, o 364,000 BTU. Una planta de 15 toneladas tiene capacidad para extraer 288,000 x 15, o 4,320,000 BTU. Por lo tanto, la capacidad para producir hielo independientemente de la pérdida por calor es igual a 4,320,000 dividido entre 364,000. Esto es aproximadamente igual a 11.9 toneladas de hielo.

Las toneladas de hielo debidas a la pérdida por calor equivalen a 11.9 -10, es decir, 1.9. El porcentaje de pérdida por calor es igual a 1.9 dividido entre 11.9, que es igual a 0.16, o 16 por ciento.

Tiempo de congelación. El tiempo necesario para congelar el hielo depende de la temperatura de la salmuera y del espesor del

bloque de hielo. Si la temperatura de la salmuera es de 15 °F (-9 °C), se necesitarán aproximadamente 50 horas para congelar 11 1/2 pulgadas (29 cm) de hielo. Cuanto más tiempo se permita congelar un bloque de hielo de determinado espesor, mejor será la calidad del mismo.

Cuando calcule el tiempo de congelación, debe recordar que para espesores diferentes el tiempo necesario es proporcional al cuadrado del espesor. La fórmula que se usa para determinar el tiempo (en horas) de congelación para el hielo en recipientes, es la siguiente:

$$\frac{At^2}{32-T}$$

t = ancho del hielo en la parte superior (parte derecha)

T = temperatura de la salmuera en grados Fahrenheit

A = constante (usualmente se toma como 7)

Supongamos que la temperatura de la salmuera es de 14 °F (-10 °C). Se debe usar un recipiente estándar de 300 libras (136 kg) con dimensiones interiores de 11 x 22 pulgadas (28 x 56 cm) en la parte superior. ¿Cuál sería el tiempo de congelación?

La sustitución de los valores en la fórmula para la congelación nos da:

$$\frac{7\times11^2}{32-14}$$

que es igual a 47 horas.

Almacenamiento de hielo

El aislamiento es un factor importante en el almacenamiento del hielo manufacturado. Para empacar el hielo se usa aserrín, heno, paja o hasta rastrojo de arroz. Para cada tonelada de hielo se necesita un espacio de 1.4 metros cúbicos. Las bodegas para almacenar hielo usualmente cuentan con un pequeño cuarto de entrada antes del cuarto principal donde se almacena el hielo. Este pequeño cuarto de entrada (antecámara) ayuda a contener el aire frío dentro del cuarto principal donde se conserva el hielo.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Un método para cosechar el hielo consiste en usar barras elevadoras huecas, que se descongelan con_____.
2. Los fabricadores automáticos de hielo producen_____de éste.
3. Las partes que componen la sección de cosecha de un fabricador automático de hielo son: la base de soporte, el ensamble del triturador de hielo y el_____.
4. El_____es en realidad bióxido de carbono.
5. La capacidad de fabricación de hielo de un fabricador automático equivale a un valor entre _____'%, aproximadamente, de la capacidad de refrigeración.

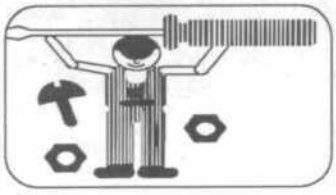
Respuestas

Resumen

Esta lección estuvo dedicada a las unidades comerciales de refrigeración. Una vez estudiados los diferentes tipos de exhibidores que se utilizan en los supermercados, ya comprende usted cómo operan y cómo se les da servicio de mantenimiento. También conoce los efectos del calor radiante en los productos perecederos expuestos en los exhibidores. ¡Ya nunca más volverá a mirar una sección de carne de la misma manera!

Esta lección también le introdujo al tema de la producción comercial de hielo y de los diferentes métodos que esto implica. Usted aprendió cómo se almacena el hielo, cuál es la diferencia entre hielo seco y hielo ordinario, y todo lo concerniente a los cálculos para la fabricación del hielo.

¡Siga con su buen trabajo! ¡Se está convirtiendo en un técnico de refrigeración y aire acondicionado cada vez más experimentado y seguro de sí mismo!



Tareas Prácticas

Identificación de refrigeradores para almacenamiento de tipo comercial

Materiales que usted necesitará

- Papel y lápiz

Información previa

Algunos de los primeros refrigeradores comerciales aparecieron a comienzos del siglo XX y se implantaron en los grandes mercados de carne, cervecerías y otras plantas de almacenamiento semejantes. Pronto hubo una multitud de pequeñas unidades comerciales de refrigeración, utilizadas como vitrinas abiertas o cerradas, como gabinetes, como enfriadores con acceso a su interior, para la conservación de alimentos. Estas unidades se empleaban en almacenes de abarrotes, en supermercados, en restaurantes, en droguerías, etc. Las temperaturas y condiciones de almacenamiento variaban según lo que se conservase: distintas carnes, vegetales, frutas, dulces, helados, medicinas.

Lo que usted deberá hacer

Debido a la cantidad y variedad de aplicaciones que tiene la refrigeración comercial, se construye una gran diversidad de gabinetes para este uso. Usted identificará cada uno de los tipos empleados en los distintos comercios: autoservicio, carnicerías, etc.

Procedimiento

1. Acuda usted a una tienda de autoservicio y observe cuidadosamente el tipo de refrigerador que hay en cada una de las secciones siguientes:
   - embutidos
   - lácteos
   - pescadería
   - carnes
   - cervezas

2. Luego vaya usted a una carnicería y observe detenidamente los refrigeradores que en ese negocio existen:
   - para almacenar las partes grandes de la res
   - para almacenar las pequeñas secciones que se despachan directamente a los clientes

3. Finalmente entre en una nevería o heladería, y observe los refrigeradores que ahí se emplean para fabricar y almacenar sus productos.

Conclusiones

Como la refrigeración juega un papel tan importante en la preservación de alimentos y de otros productos perecederos, un buen técnico debe conocer perfectamente qué tipo de equipo se emplea en cada caso.

-y después, ¿qué sigue?

¿Qué diferencia hay entre el enfriador de agua del tipo de presión y el enfriador de garrafones? ¿Cuáles son los principales modelos de enfriador remoto? ¿Qué es una torre de enfriamiento y cómo funciona?¿Dónde está ubicada la válvula reguladora del agua de condensación? ¿Qué es un condensador evaporativo? ¿Qué problemas plantea la humedad en los sistemas de refrigeración? ¿Qué funciones üenen los intercambiadores de calor en los sistemas de refrigeración de temperaturas media y baja? ¿Cómo se limpia el sistema de refrigeración? ¿Cómo se purga el sistema de una planta de refrigeración?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. La envoltura transparente que se coloca a las carnes que se ponen dentro de un exhibidor abierto las protege contra

a. la luz.
b. el polvo.
c. el calor.
d. el aire.

2. A un exhibidor refrigerado para carnes generalmente se le coloca una iluminación de

a. 110 a 120 bujías-pie.
b. 100 a 150 bujías-pie.
c. 120 a 140 bujías-pie.
d. 110 a 140 bujías-pie.

3. El efecto del serpentín superior de los exhibidores para carne, tiene la finalidad de

a. mantener alta la humedad relativa.
b. mantener alta la temperatura.
c. mantener baja la temperatura.
d. mantener baja la humedad relativa.

4. Para evitar que se peguen las válvulas de expansión, o que se presenten corrosiones en los diferentes componentes del sistema de refrigeración de los exhibidores, es conveniente colocar un

a. separador de aceite.
b. desviador o deflector.
c. deshidratados
d. humidificador.

25

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L448

5. **El método de descongelación más ampliamente empleado en las unidades comerciales de exhibición es el**
   a. método de tiempo directo.
   b. método eléctrico directo.
   c. método de presión.
   d. método de temperatura.

6. **Existen dos sistemas para fabricar hielo: el sistema de recipientes y el**
   a. sistema evaporativo.
   b. sistema de compresión.
   c. sistema atmosférico.
   d. sistema de placas.

7. **Los tanques de congelación se construyen con tres materiales diferentes: madera, acero y**
   a. concreto.
   b. bronce.
   c. cobre.
   d. aluminio.

8. **Las partes básicas del fabricador automático de hielo consisten de: una sección de congelación, una sección de cosecha y**
   a. una sección de compresión.
   b. una sección de condensación.
   c. un tablero de control.
   d. un sistema de seguridad.

9. **Una manera de producir hielo seco es**
   a. exponiendo hielo normal al medio ambiente.
   b. quemando carbón de coque.
   c. mojando hielo normal.
   d. quemando carbón de madera.

10. **El tiempo necesario para congelar el hielo depende de la temperatura de la salmuera y de**
    a. el refrigerante utilizado.
    b. el sistema empleado.
    c. la capacidad del equipo.
    d. el espesor del bloque de hielo.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. Enfriadores de agua....4
3. Unidades grandes para acondicionamiento de aire....9
4. Resumen....21
5. Tareas prácticas....22
6. Examen..., ...23

Enfriadores de agua y equipos de aire acondicionado industriales

L449 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Enfriadores de agua, 4
- Enfriadores de garrafones, 4
  - Controles, 5
- Ciclo de operación del enfriador para agua en garrafones, 5
- Enfriadores de agua a presión, 5
  - Preenfriador, 6
  - Surtidor remoto, 6
  - Conexiones de tubería, 6
- Ciclo de operación del enfriador de agua a presión, 6
- Enfriadores de agua remotos, 7

Unidades grandes para acondicionamiento de aire, 9
- Requisitos del agua de enfriamiento, **10**
  - Estanques de enfriamiento, 11
  - Estanques de enfriamiento por pulverización, 11
  - Torres de enfriamiento, 11
- Componentes del sistema con condensador enfriado por agua, 13
  - Control de presión de carga, 13
  - Válvulas reguladoras de agua, 13
  - Condensadores enfriados por evaporación, 13
- Componentes del sistema con condensador enfriado por aire, 14
  - Control de presión de carga, 14
  - Deshidratadores, 14
  - Conexiones y válvulas, 15
  - Intercambiadores de calor, 15
  - Equilibrio del sistema, 17
  - Operación del sistema de refrigeración, 17
- Limpieza del sistema, 17
- Puesta en marcha de la planta, 18
- Parada de la planta, 19

Resumen, 21

Tareas prácticas:
- Identificación de las partes de una unidad paquete enfriada por agua, 22

Examen, 23

Introducción

En muchas ciudades hay una gran cantidad de oficinas y fábricas en las cuales prestan sus servicios un número considerable de personas. Estas, en el transcurso de la tarea, necesitan agua para saciar su sed. Por esta razón se emplean enfriadores de agua de diferentes tipos, que se colocan en lugares estratégicos.

Como técnicos de servicio en refrigeración y aire acondicionado, en ocasiones son requeridos nuestros servicios para atender problemas de estos equipos. Es, pues, muy conveniente saber cómo trabajan, qué partes los constituyen y cómo se reparan. En esta lección trataremos de manera detallada los diferentes enfriadores de agua que se emplean en el mercado.

Por otro lado, en lugares donde el clima es cálido en ciertas épocas del año, se requiere que en sitios como cines, hospitales, iglesias, centros de cómputo y centros masivos de reunión, se procure un ambiente confortable mediante la instalación de equipos grandes de aire acondicionado que satisfagan esta necesidad. En ciertas ocasiones se requerirán sus servicios para dar mantenimiento a estos equipos, lo que hace necesario que usted cuente con los conocimientos requeridos para manejarlos y darles mantenimiento. En esta lección también estudiaremos las unidades grandes de aire acondicionado, lo cual le permitirá conocerlas para su tratamiento.

Como en cada una de las lecciones del curso, es necesario que estudie cuidadosamente los aspectos mencionados para obtener el mayor provecho posible; y si algo no le queda completamente claro, no dude en leerlo cuantas veces sea necesario.

Definiciones y descripciones

ADMISIÓN *(inlet).* Una admisión es una apertura que proporciona un medio de entrada.

CALOR LATENTE *(latent heat).* Es la cantidad de calor que puede añadirse a una sustancia. Causa un cambio de estado sin producir un cambio de temperatura.

COMPRESOR *(compressor).* Unidad del sistema mecánico de refrigeración que recibe el vapor refrigerante a baja presión y lo comprime en su interior a un menor volumen bajo más alta presión.

CONDENSADOR *(condenser).* Dispositivo de transferencia de calor que recibe vapor a alta presión y temperatura superior a la media de enfriamiento. El condensador transfiere el calor latente del refrigerante. Esto origina que el vapor refrigerante cambie al estado líquido.

CONTROL *(control).* Cualquier dispositivo que regule una máquina en operación normal, bien manual o automática. Cuando el control es automático, responde a la temperatura, presión, nivel de líquido o tiempo.

DEFELECTOR *(baffle).* Dispositivo que regula el flujo de aire o fluido que entra a un espacio confinado. Los deflectores ayudan a la circulación del aire y la dirigen dentro de las unidades de refrigeración. También se utilizan en enfriadores de agua para controlar el flujo de agua a lo largo de los lados refrigerados de la cámara de enfriamiento.

DESCARGA *(outlet).* Es un pasaje para escape o salida.

DESHIDRATADOR *(dehydrator).* Dispositivo utilizado para eliminar impurezas del refrigerante.

EVAPORADOR *(evaporator).* Es un dispositivo en el cual el refrigerante se evapora como consecuencia de absorber calor.

PIE-BUJIA *(foot-candle).* Es una medida de luz. Es la iluminación de una superficie de un pie con una fuente de una candela. Equivale a un lumen por pie cuadrado. También se denomina bujía-pie.

PRESIÓN DE CABEZA *(head pressure).* Presión en la cabeza del compresor (la presión de descarga).

PRESIÓN DE VAPOR *(vapor pressure).* Es la presión existente en el vapor y superficie líquida de un refrigerante. Depende de la temperatura.

REFRIGERANTE *(refrigerant).* Es el medio de transferencia de calor en un sistema de refrigeración. Toma calor por evaporación a baja temperatura, y entrega calor por condensación a alta temperatura.

VÁLVULA DE FLOTADOR *(float valve).* Es una válvula activada por un flotador sumergido en un recipiente de líquido.

VÁLVULA DE SOLENOIDE *(solenoid valve).* Válvula abierta por el efecto magnético de una corriente eléctrica a través de una bobina de solenoide.

Enfriadores de agua

Los enfriadores de agua se construyen en muchos tamaños para adaptarse a diferentes necesidades. El equipo para los enfriadores de agua se puede dividir en dos clases: enfriadores de garrafones y enfriadores a presión (o de tubería municipal). Examinemos primero los enfriadores para garrafones.

Enfriadores de garrafones

El enfriador de agua del tipo para garrafones no necesita ninguna conexión de tubería. Esto se debe a que el agua de estos recipientes, que usualmente es purificada, se entrega directamente al cliente. Los enfriadores de garrafones se suelen utilizar en las oficinas y en algunas ocasiones en las casas. Como no se necesita ninguna instalación de tubería para el agua embotellada, ésta es conveniente

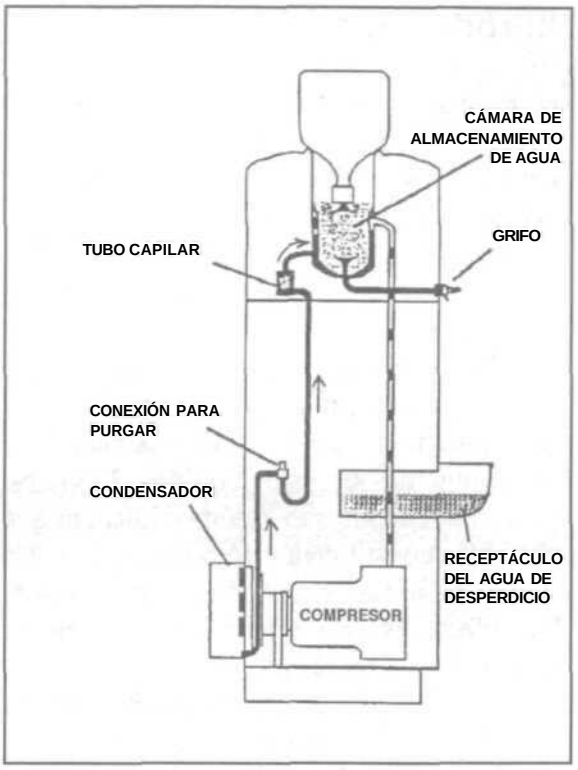


Figura 49-1. Enfriador de agua en garrafones, con la unidad de condensación y las conexiones.

para usarse en ubicaciones temporales. Todo lo que hace falta para el agua embotellada es una salida de corriente eléctrica para la unidad de condensación. El tamaño del garrafón que se usa normalmente con la unidad condensadora es de 19 litros (5 galones). Cuando se vacía el garrafón se cambia por otro.

La unidad de condensación que se usa con más frecuencia con los garrafones grandes es del tipo rotatorio sellado. Posee un motor de 120 V, 60 hertz, con una potencia de 1/12 de caballo de fuerza (hp). Las unidades de condensación de este tipo poseen un condensador con aletas, de tiro natural. Este condensador produce la circulación más eficiente para el ciclo de refrigeración de la unidad de condensación.

El evaporador consta de dos cubiertas, una interior y otra exterior. Cada una tiene la forma de un tazón. Uno de estos tazones se asienta dentro del otro y se sueldan en la partes superior e inferior. El refrigerante líquido entra por el fondo en el espacio comprendido

entre las cubiertas. La línea de succión se conecta en la parte superior de la cubierta exterior. La cubierta interior se usa como tanque de almacenamiento de agua. Contiene aproximadamente dos litros de dicho líquido.

En el aislamiento de la unidad se encuentra un dispositivo de control del refrigerante, y se suelda un recipiente con una unidad de interruptor termostático y bulbo en el evaporador. Todas las partes componentes de la cámara de enfriamiento tienen un recubrimiento de estaño para evitar la corrosión.

Controles. La unidad condensadora se gobierna mediante un interruptor termostático para controlar la temperatura. El usuario no tiene que preocuparse por ninguna otra cosa más que apretar un botón en el grifo del agua.

Ciclo de operación del enfriador para agua en garrafones

Como usted ya sabe, con este tipo de unidad, el agua para beber se obtiene de un garrafón grande de 19 litros (5 galones). Este envase se coloca con el cuello hacia abajo de manera que descanse en la parte superior del enfriador de agua. El cuello del garrafón penetra en una extensión a prueba de agua sobre la cámara de enfriamiento.

Como recordará, la cámara de agua contiene aproximadamente dos litros del líquido. Cuando se extrae agua de la cámara, baja el nivel de ésta. Cuando este nivel baja más allá del labio del garrafón invertido comienza a entrar aire al recipiente. Al ocurrir esto, saldrá agua del garrafón hasta que su nivel nuevamente cubra la abertura del recipiente.

El agua que fluye del recipiente baja a la cámara de enfriamiento a través de un deflector. Este dispositivo dirige el agua que entra en el aparato a lo largo de los lados refrigerados de la cámara de enfriamiento. El agua fría se toma del fondo de la cámara mencionada y después pasa por un tubo hasta el grifo que se encuentra en el frente del enfriador. El agua de desperdicio del grifo se recibe en un recipiente. Este depósito cuenta con un tubo de descarga que corre desde la salida de la cámara hasta una conexión en la parte trasera del enfriador de agua. La conexión de esta parte posterior del aparato está sellada con un tapón especial de seguridad.

Enfriadores de agua a presión

El enfriador de agua del tipo de presión es diferente del enfriador de garrafones. Con el enfriador de agua a presión, este líquido se alimenta desde las líneas de agua del edificio, no desde un garrafón. Al usar estas líneas, se alimenta el líquido a la unidad con la misma velocidad con que se use. Esta es una unidad compacta con un sistema completo de refrigeración y enfriamiento de agua. Este tipo de enfriador de agua usualmente está equipado con un compresor compacto con una potencia aproximada de 1/8 a 1/3 hp.

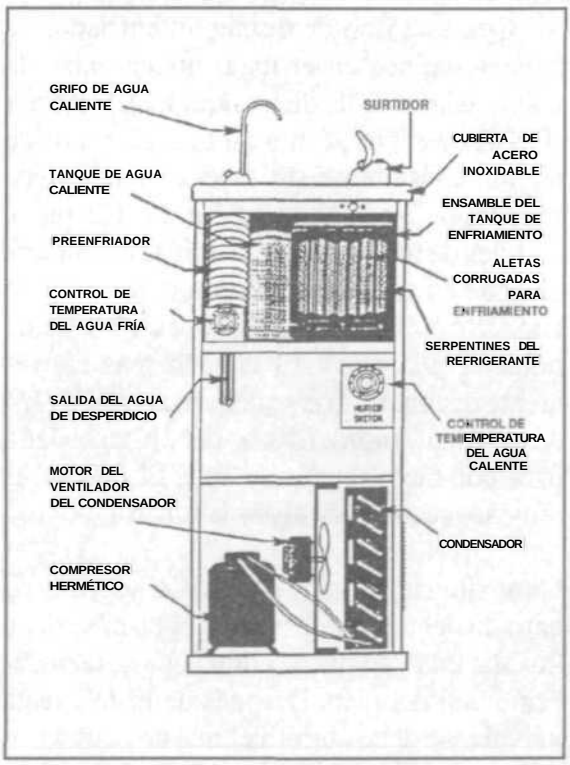


Figura 49-2. Preenfriador.

Preenfriador. Un preenfriador es un dispositivo en donde el agua que entra al mismo recibe un enfriamiento parcial con el agua de desperdicio. Con esto se reduce la cantidad de calor que debe extraer el compresor. La cantidad de calor que elimina el preenfriador depende de dos factores. Del volumen del agua de desperdicio en comparación con el agua que se toma del enfriador. También depende de la longitud de la tubería que constituye el preenfriador.

Surtidor remoto. Un enfriador individual de agua se debe colocar donde todas las personas puedan usarlo convenientemente. Sin embargo, esto no siempre es posible. Algunas veces, las personas tienen que caminar un largo trayecto para tomar un vaso de agua. De este modo no pueden beber agua con la misma frecuencia con que lo harían si el enfriador estuviera más cerca. Como resultado, se han diseñado enfriadores individuales de agua con una conexión a un surtidor remoto.

Con este tipo de diseño, el enfriador de agua se coloca en el lugar donde exista la mayor demanda de dicho líquido. El surtidor (fuente) remoto se lleva hasta el punto de menor consumo. Esta tubería nunca debe exceder de un total de 4.5 metros (15 pies). La línea de tubería desde la unidad enfriadora de agua hasta el surtidor remoto debe ser de latón. Su diámetro no debe rebasar los 3/8 de pulgada (9.5 mm). El tamaño más conveniente de tubería que se debe usar es el de 1/4 de pulgada (6 mm). El tubo debe estar aislado para conducir agua muy fría. El corcho es muy adecuado para aislar la tubería.

Conexiones de tubería. Si la válvula de entrada del agua se lleva por el piso, se debe instalar una válvula de corte debajo del recubrimiento del piso. Después de instalar esta válvula, se debe correr la línea de entrada de agua por el piso y pasarla a través del orificio de la base del enfriador.

Algunas veces no se llevan las conexiones de agua por el piso. En ocasiones se tienden por la pared. Si este es el caso, será necesario colocar la tubería a través del emparrillado del gabinete que se encuentra en la parte posterior del enfriador.

Ciclo de operación para el enfriador de agua a presión

Con los modelos a presión, el agua del servicio municipal entra al enfriador a través de la conexión de admisión en el respaldo del aparato. Cuando el agua entra a la unidad, pasa por una chaqueta preenfriadora que rodea el tubo de descarga. El agua que entra de este modo, recibe un enfriamiento previo por medio del agua de desperdicio del conducto de descarga. Después, el agua preenfriada entra en la cámara de enfriamiento por la parte superior.

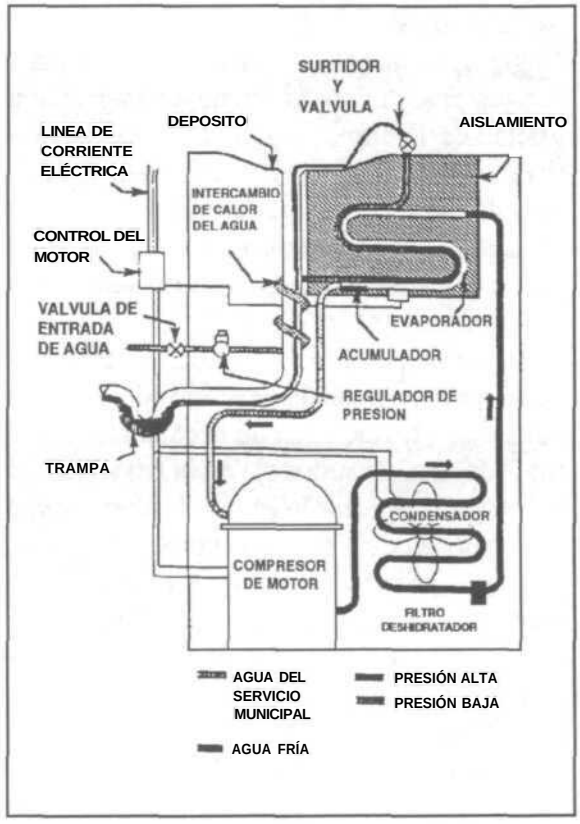


Figura 49-3. Enfriador de agua a presión mostrando las conexiones para agua y refrigerante.

El aire que se abre paso hasta la cámara de enfriamiento se libera a través de un pequeño orificio en el tubo de salida. Esta pequeña perforación se encuentra cerca de la parte superior de la cámara de enfriamiento.

Un deflector dentro de la cámara mencionada dirige el agua entrante hacia abajo de los costados de la cámara de enfriamiento, junto a las paredes refrigeradas. El tubo de salida del agua corre cerca del fondo de la cámara. Aquí es donde se encuentra el agua más fría. El agua que se ha enfriado pasa por el tubo de salida hacia el grifo.

El agua para un surtidor remoto pasa por un tubo que va desde el fondo de la cámara enfriadora de agua hasta una conexión ubicada en la parte trasera del enfriador. Esta conexión se sella con un tapón especial de seguridad cuando el surtidor remoto no se usa.

El agua de desperdicio del surtidor o del grifo pasa por la coladera de la vasija colectora y entra en un tubo corto de descarga. Este tubo conduce directamente hasta una conexión de desagüe en la parte trasera del enfriador.

Enfriadores de agua remotos

Usted ha aprendido que los enfriadores de agua poseen sus compresores dentro de la misma unidad. Tanto el enfriador de garrafones como el enfriador de agua a presión contienen sus propias unidades de refrigeración, como acaba de saber. Sin embargo, éste no es siempre el caso. Algunas veces, la fuente para beber se localiza en un lugar y la unidad refrigeradora se halla en otro. Cuando se trata de este tipo de instalación, la unidad enfriadora recibe el nombre de enfriador de agua remoto.

Estos enfriadores remotos se pueden obtener en todos los diferentes tamaños. Su tamaño se determina por el consumo de agua en galones por hora (gph). Un enfriador de agua remoto puede entregar de 5 a 24 gph (19 a 90 litros por hora). Los hay de 29 a 38 gph (110 a 144 litros por hora). Existen algunos que hasta pueden suministrar un volumen mayor de agua por hora que los ya mencionados.

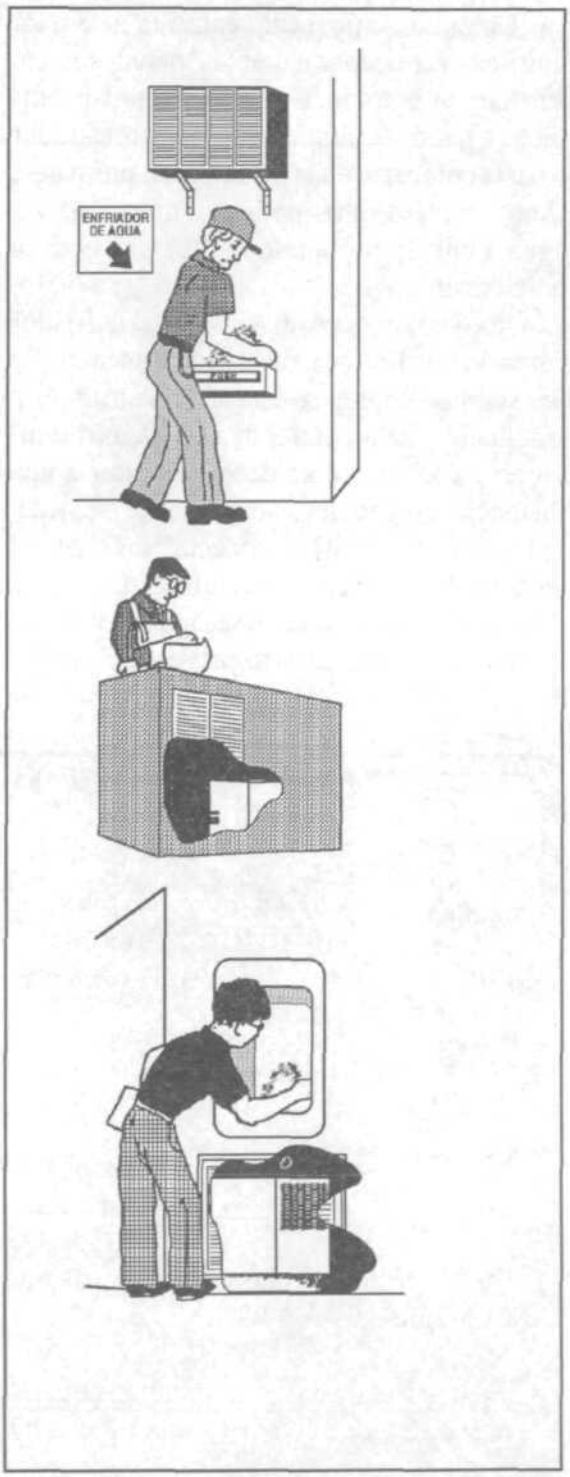


Figura 49-4. Enfriadores de agua de instalación remota.

Una unidad pequeña, como la de 5 a 24 gph, se puede montar en la pared con un surtidor empotrado. Este tipo de unidad también se puede ocultar debajo de un mostrador o hasta colocarse en la parte alta de una pared. Como con los otros tipos de enfriadores de agua, también proporciona agua preenfriada para beber.

No siempre es posible instalar el enfriador cerca de la salida de agua fría o de un múltiple de salidas. Si no se puede construir esta instalación, se recomienda un sistema circulante. La salida no se debe encontrar a una distancia mayor de 7 metros (20 pies) del enfriador. Si se va a conectar más de un surtidor al enfriador, asegúrese de que la capacidad de enfriamiento sea igual al número total de galones necesario para esa ubicación.

Las salidas tampoco deben estar a más de 7 metros del enfriador. Toda la tubería del agua fría debe estar aislada. Se puede usar caucho esponjoso o algún otro tipo de aislamiento para agua y hielo.

Dos enfriadores remotos se pueden instalar para trabajar juntos. Estos enfriadores se pueden montar lado a lado, o uno arriba del otro. De cualquier forma, la tubería para los dos enfriadores se debe conectar a ambas unidades.

Las bombas de circulación para un solo enfriador remoto o para un enfriador remoto de dos unidades, no deben compartir la misma ubicación a lo largo de los tubos. Con el enfriador remoto de una unidad, la bomba de circulación se instala a lo largo de la línea de salida del agua fría. Con el enfriador remoto de dos unidades, la bomba de circulación se

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Los enfriadores de agua se construyen de dos clases, para enfriar_____y enfriadores a presión.

2. La unidad condensadora de los enfriadores de agua en garrafones se gobierna mediante un interruptor_____para controlar la temperatura.

3. En los surtidores remotos, la tubería nunca debe exceder de un total de_____metros de longitud.

4. El agua para un surtidor remoto pasa por un tubo que va desde el fondo de la cámara enfriadora de agua hasta una conexión ubicada en la parte trasera del_____.

5. El tamaño de los enfriadores remotos se determina por el consumo de agua en_____ por hora.

Respuestas

1. garrafones 2. termostático 3, 4, 5 4. enfriador 5. galones

debe instalar a lo largo de la línea de retorno o de alimentación.

Los enfriadores remotos más grandes vienen en dos modelos diferentes. Uno de ellos es el modelo horizontal, que se recomienda en las zonas donde no hay una buena circulación de aire. El modelo horizontal también se recomienda para ubicaciones donde la temperatura ambiente esté cerca de los 100 grados F (38 °C), o donde haya mucha pelusa y polvo en el aire. El otro modelo es el vertical.

Los modelos más grandes de ambos tipos trabajan con una unidad de refrigeración sellada similar a cualquiera de las unidades de refrigeración de diseño parecido. La única diferencia radica en la conexión de la alimentación de agua y de su retorno. El agua de desperdicio se debe eliminar mediante el sistema de desagüe ubicado en el surtidor.

Unidades grandes para acondicionamiento de aire

Como usted sabe, el amoníaco era el refrigerante que se usaba más comúnmente en los inicios de la refrigeración comercial. Aun en la actualidad usted puede encontrarse con este tipo de sistema como técnico en el campo de la refrigeración comercial. Por lo tanto, es importante que sepa cómo trabaja. Comencemos por conocer la partes esenciales de una planta de refrigeración. Estas son:

- el compresor
- el condensador
- el recibidor
- la válvula de expansión
- los serpentines del evaporador
- las tuberías adecuadas, las válvulas de cierre, los medidores y los termostatos

El compresor es una bomba que toma el vapor de amoníaco del lado de baja presión y lo envía hasta el lado de alta presión. En este momento tiene lugar la compresión del amoníaco. La presión en el lado de baja del sistema permanece relativamente constante. Usted encontrará esta lectura de presión en el medidor de contrapresión en el lado de succión del compresor.

El vapor de amoníaco sobrecalentado por el trabajo del compresor pasa a través de un condensador. En este punto, el agua de enfriamiento baja su temperatura hasta que lo condensa y transforma en amoníaco líquido. El líquido que sale del condensador se enfría a 82 grados F (28 °C). Esta temperatura es ligeramente menor que la de condensación (86 grados F, 30 °C).

La válvula de expansión regula el flujo del amoníaco del lado de alta presión al lado de baja presión. Permite la salida del líquido del condensador y controla la presión a la cual tiene lugar la evaporación y la refrigeración. Esta válvula de expansión se puede controlar en forma manual o automática.

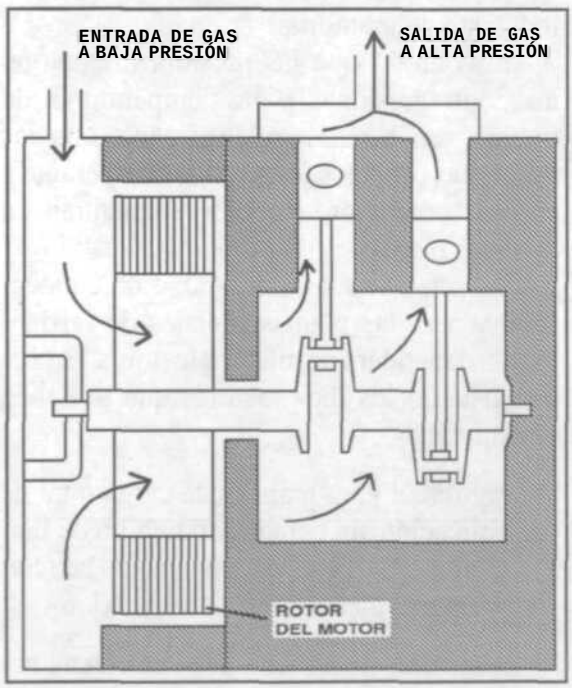


Figura 49-5. Vista en corte del compresor de refrigeración.

El amoníaco líquido del lado de baja se evapora por efecto del calor de la sustancia que se esté enfriando. Como resultado, el líquido se transforma en gas y éste se bombea por medio del compresor. Este componente lleva el gas amoníaco a baja presión del lado frío, lo comprime y lo descarga en el lado de alta presión.

Otros refrigerantes que se usan en los sistemas de compresión trabajan exactamente del mismo modo. Los sistemas de compresión que usan otros refrigerantes distintos del amoníaco funcionan de la misma manera. El ciclo es como sigue:

- evaporación del líquido a baja presión
- compresión del gas para elevar sus temperaturas de condensación
- condensación del gas a alta presión
- reducción de la presión en el líquido para bajar su temperatura de ebullición

A estas alturas, usted debería saberse todo esto de memoria.

Encontrará que las presiones de carga, las contrapresiones y las temperaturas de trabajo van a variar relativamente con las diferentes propiedades de cada refrigerante y con las condiciones que se encuentran en diversas plantas.

La selección de una unidad de condensación para las plantas grandes de refrigeración dependerá de muchos factores. Esta es una lista de los diez factores que se deben considerar:

- habilidad para manejar la carga total de aplicación sin demasiado tiempo de funcionamiento ni sobrecarga cuando las temperaturas alcanzan su valor máximo.
- selección de las unidades enfriadas por aire o enfriadas por agua
- espacio para la unidad de condensación
- temperatura máxima del aire en el verano
- temperatura máxima del agua en el verano
- calidad, cantidad, presión y costo del agua de condensación
- costo total de operación de la unidad enfriada por aire comparada con una unidad enfriada por agua
- escala de temperaturas del refrigerante con que va a operar la unidad de condensación
- tiempo de funcionamiento
- suministro eléctrico, de capacidad y voltaje apropiados, disponible para usarse

Requisitos del agua de enfriamiento

El sistema básico usualmente consta de un condensador enfriado por aire, una unidad de motor y compresor, el recibidor de líquido y el evaporador. Sólo el condensador se instala en el exterior. La línea de descarga del compresor conduce el vapor caliente a alta presión hacia el condensador enfriado por aire en el exterior. Después se hace regresar el líquido condensado al interior del edificio, a través de tuberías.

La diferencia principal entre el sistema doméstico básico y el sistema comercial radica en el condensador y el compresor. Muchas unidades grandes de refrigeración comercial usan condensadores enfriados por agua. Estos se construyen en tres estilos:

- cubierta y tubos
- cubierta y serpentín
- tubo dentro de un tubo

Algunas veces, los compresores enfriados por agua se usan con condensadores enfriados con el mismo líquido. El flujo del agua, con pocas excepciones, se lleva a cabo primero a través del condensador. Después fluye por la cabeza de los cilindros del compresor y finalmente termina en la descarga. El flujo de

agua se regula, generalmente, por medio de una válvula automática.

El suministro del agua es muy importante en las plantas de refrigeración. Esto se debe a que la refrigeración no sería posible sin el agua. La temperatura, la composición química y el costo del suministro necesario de agua son factores muy importantes que se deben considerar para un sistema de refrigeración de una planta.

El agua para el condensador se puede obtener de muchas fuentes diferentes, tales como la tubería maestra de la localidad, estanques descubiertos, ríos, lagos y pozos. Si la temperatura del agua es demasiado alta o si se va a usar una y otra vez (recirculada), se necesitan ciertos métodos para enfriar el agua y usarla en el condensador.

Estanques de enfriamiento. Cuando una planta se localiza cerca de un cuerpo natural de agua, se usa un estanque de enfriamiento para enfriar dicho líquido. Se puede aprovechar cualquier estanque o lago para este propósito, si es bastante grande. Las conexiones de succión se instalan en el fondo del estanque. El agua se enfría forzándola a un contacto superficial con el aire. La cantidad de enfriamiento necesario depende de la temperatura y la humedad relativa del aire.

Estanques de enfriamiento por pulverización. Este método permite obtener un efecto de enfriamiento más rápido. Se emplean boquillas rociaderas para descomponer el agua en gotas finas, que caen nuevamente en el estanque. El número necesario de boquillas depende del tamaño del estanque o del volumen de agua que demanda la planta. Las boquillas se instalan en cualquier lugar a una altura de entre 90 cm y 2.4 m (de tres a ocho pies) sobre el nivel del agua. Se colocan en hileras horizontales, usualmente con una separación de 25 a 40 cm (10 a 16 plgs.) entre sí.

La temperatura deseada del agua también dependerá de la temperatura y la humedad del aire, como sucede con el estanque de enfriamiento ordinario. En la mayoría de los casos, se puede obtener una reducción de la temperatura del agua de 10a 15 grados con una sola rociadura.

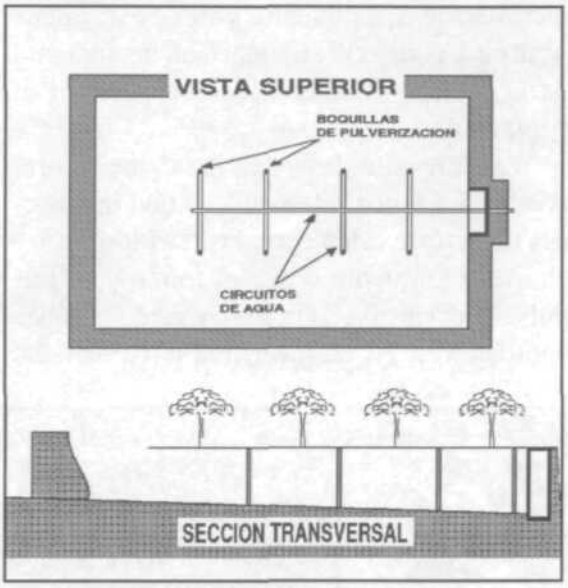


Figura 49-6. Disposición de las boquillas rociaderas en un estanque típico de enfriamiento por pulverización.

Torres de enfriamiento. Las torres de enfriamiento para agua constituyen el método más común para enfriar este líquido. Los dos tipos de torre enfriadora son el abierto y el cerrado. Las torres abiertas deben poseer varias plataformas para pulverizar el agua y exponerla a la atmósfera seca. Las superficies de las torres cerradas están mucho menos expuestas que las de las torres abiertas.

Las torres abiertas tienen colectores de goteo instalados a intervalos regulares. Cada colector posee orificios para distribuir uniformemente el flujo del agua. El espacio entre los colectores de goteo permite el acceso del aire. La eficiencia de su trabajo depende de la circulación natural del aire. Los cambios de los vientos, la humedad y la temperatura pueden tener cierta influencia sobre la operación de estas torres.

Los colectores de goteo se han construido de diferentes materiales. Independientemente del material que se use, el efecto del aire y el agua tienden a imponer una acción destructiva sobre la torre. El aire y el agua pueden originar depósitos minerales, desarrollo de incrustaciones, sedimentos y algas. Esto puede obstruir y corroer el sistema. Con un aumento de la presión de carga se puede detener el compresor.

La torre cerrada es casi igual que la torre abierta. La única diferencia es que las paredes de la torre están cerradas. Debido a esto, el aire se alimenta desde el fondo y se impulsa hacia arriba de la torre usando grandes ventiladores. Al emplear una torre cerrada,

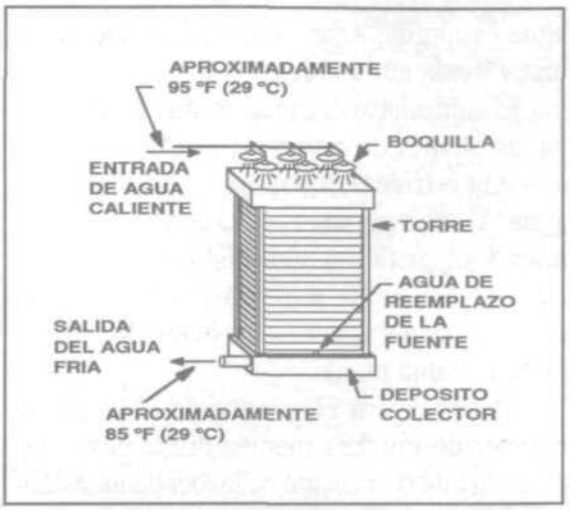
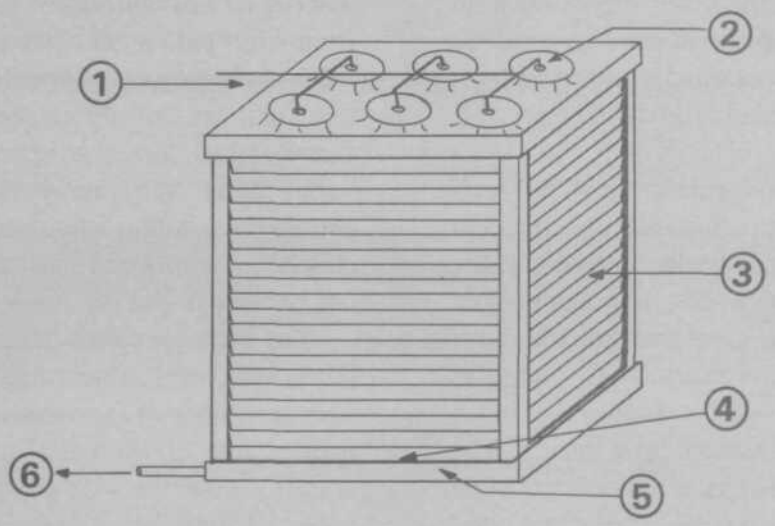


Figura 49-7. Torre de enfriamiento.

Ejercicio de Autoevaluación

Coloque el número correcto en el espacio que identifique a la parte correspondiente de la figura.



Agua de la fuente _____
Salida de agua fría _____
Entrada de agua caliente _____

Torre _____
Charola receptora _____
Tobera _____

el suministro del aire se puede variar por medios mecánicos. Por lo tanto, este sistema funciona, sea cuales fueren la temperatura y la humedad en el exterior.

La instalación de ventiladores representa el desembolso de una buena suma de dinero. También resulta caro mantenerlos funcionando y en buen estado. Por todo ello, las torres cerradas también se pueden construir sin ventiladores y producir todavía buenos resultados.

Se puede comprar el agua y pasarla por una torre de enfriamiento y usarla repetidas veces. Esto puede ayudar a mantener bajos los costos. La torre de enfriamiento, con la cantidad de agua que ahorra, se amortizaría por sí misma en un periodo corto.

Los controles de temperatura de la torre de enfriamiento están diseñados para mantener la presión de carga necesaria en los condensadores enfriados por evaporación y las torres de enfriamiento. Existen dos tipos de controles. Uno de ellos es para las torres de enfriamiento que utilizan el sistema de tiro forzado (mecánico). El otro es para las torres que usan el sistema de enfriamiento por tiro atmosférico.

Con la torre de tiro mecánico, el control abre los contactos con una caída de temperatura. Estos contactos están conectados en serie con el motor del ventilador. Detienen a este último cuando la temperatura del agua de enfriamiento baja hasta un nivel que permite una presión de carga mínima para su funcionamiento correcto.

Con la torre de tiro atmosférico, los contactos se cierran al bajar la temperatura. Están conectados en serie con una válvula motorizada o de solenoide normalmente cerrada. Abren la válvula cuando se registra un descenso de la temperatura de enfriamiento. Entonces, el agua de enfriamiento fluye a través de un cabezal bajo, reduciendo su efecto de enfriamiento.

Componentes del sistema con condensador enfriado por agua

Control de presión de carga. La presión de condensación no debería bajar demasiado durante los periodos de temperaturas bajas del agua o del aire exterior. Puede causar una diferencia de presión reducida en la válvula de expansión. Esto significa que no llegará suficiente refrigerante al evaporador para manejar la carga de enfriamiento. Con los condensadores enfriados por agua, los controles de presión de carga controlan dos cosas. Mantienen alta la presión de condensación y producen un ahorro en el uso del agua.

Válvulas reguladoras de agua. La válvula reguladora del agua de condensación se encuentra ubicada, la mayoría de las veces, en la línea que suministra el agua al condensador. Responde a una diferencia entre la presión de condensación y la temperatura de desconexión ya determinada. Cuanto mayor sea la diferencia, más se abrirá la válvula. Si la diferencia es menor, la válvula se abrirá menos.

En la parte superior del condensador se encuentra una conexión piloto. Envía la señal de la presión de condensación a la válvula. La posición de apertura de la válvula depende de la presión. La presión de cierre de la válvula se ajusta a un valor ligeramente más elevado que la más alta presión del refrigerante esperada en el condensador cuando el sistema no está en funcionamiento. Esto tiene la finalidad de garantizar que se cierre la válvula y no permita la salida del agua durante los ciclos de "reposo".

Condensadores enfriados por evaporación. Los condensadores enfriados por evaporación se pueden instalar en el exterior o en el interior de los edificios. Si se instalan en el exterior, se deben ubicar donde puedan recibir un flujo libre de aire en todo su derredor. Sin embargo, tenga cuidado de proteger la

unidad contra los fuertes vientos que soplen hacia la entrada. Esto se puede hacer construyendo un rompevientos aproximadamente a 1.8 m (5.9 pies) de la descarga del aire.

También se deben tomar precauciones especiales si la unidad se instala en el interior. No se debe permitir la circulación del aire de descarga. Si así fuera, se produciría una elevación de la temperatura de bulbo húmedo y se reduciría su capacidad. Se deben tomar medidas para suministrar suficiente aire fresco de repuesto mediante las unidades de ventilación impelente que sean necesarias.

Los condensadores enfriados por evaporación se deben instalar de manera que se pueda levantar la cubierta superior para reparaciones y mantenimiento. La salida de derrame puede descargar sobre el techo o se puede conducir mediante una tubería hasta un sistema de desagüe.

Componentes del sistema con condensador enfriado por aire

Control de presión de carga. Cuando se usan condensadores enfriados por aire, el método más común para controlar la presión es el método estabilizador de presión. Esto se lleva a cabo haciendo regresar el líquido refrigerante al serpentín para reducir la superficie efectiva de condensación.

El estabilizador de presión trabaja de manera muy sencilla. Como dispositivo transmisor de calor, conduce el calor desde la descarga de gas caliente del compresor al líquido subenfriado que sale del condensador. Una válvula reguladora controla el intercambio de calor. Esta válvula se instala entre el condensador y el recibidor.

Una vez que la válvula se ajusta a la presión necesaria de funcionamiento, se mueve desde la posición abierta hasta la posición cerrada cuando baja la presión de carga. La acción de estrangulación obliga al líquido a fluir a través de la sección de intercambio de calor del estabilizador de presión. El calor que recoge el líquido eleva la presión del recibidor. Esto impide que siga fluyendo el líquido del condensador.

El estabilizador de presión posee una válvula de retención cargada a resorte en la sección de transmisión de calor del líquido. Permanece cerrada para funcionar con tiempo caluroso a fin de proteger contra el recalentamiento del refrigerante líquido.

Deshidratadores. La humedad representa un problema en los sistemas de refrigeración. Esto es especialmente cierto por lo que toca al compresor. La humedad puede hacer que se formen ácidos en el compresor. Estos ácidos pueden atacar el aislamiento del motor, las válvulas y hasta la placa de válvula. Para combatir este problema se usan los deshidratadores. Estos trabajan mejor cuando se encuentran ubicados en el espacio refrigerado.

Con una unidad herméticamente sellada, usted tendrá otra razón más para desear evitar la entrada de humedad al sistema. Esta ataca los devanados del motor. Estos embobinados están expuestos al gas refrigerante, y un exceso de humedad puede ocasionar la destrucción de su aislamiento, lo cual puede originar la quemadura del motor.

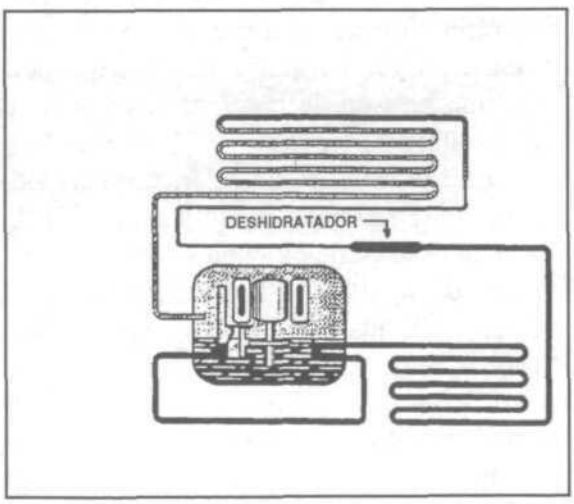


Figura 49-8. Deshidratador con las conexiones de tubería.

El uso de un deshidratador de flujo total mantendrá secos los sistemas del compresor hermético. También mantendrá fuera del evaporador partículas y residuos de descomposición procedentes de un motor quemado.

Se prefieren los deshidratadores con salida lateral. Estos se pueden cambiar sin tener que abrir ninguna de las conexiones del refrigerante. La mejor ubicación para el deshidratador es en una derivación de la línea del líquido próxima al recibidor. El deshidratador nunca se debe montar en posición vertical. Si se hiciera así, se favorecería la caída de cualquier material suelto dentro de la línea al desmontarse el elemento deshidratador.

Se preguntará usted cómo se determina si un sistema tiene excesiva humedad. Para este fin existen en el mercado indicadores de humedad. Auxiliares valiosos para cualquier sistema, le permitirán saber cuándo se debe cambiar el cartucho del deshidratador.

Conexiones y válvulas. El sistema de tubería debe ser verdaderamente hermético. Debe proteger contra la más ligera fuga. Recuerde que el ciclo de refrigeración es un ciclo cerrado.

Si usted desea vaciar el sistema para cambiar una válvula de expansión, necesita cerrar la válvula de descarga del lado de alta. Enseguida, instale un medidor compuesto en la válvula de servicio del lado de alta. Puede hacer esto haciendo retroceder todo lo posible el vastago de la válvula. También necesitará conectar un manómetro en la válvula de servicio del lado de baja. Esto también se hace haciendo retroceder por completo el vastago de la válvula.

Luego, abra ambas válvulas haciendo recular sólo un poco el vastago de las válvulas. Purgue el aire aflojando la tuerca donde se une la línea a cada monómetro. Ahora, ponga en marcha el compresor. Si esta unidad se controla por medio de un interruptor activado por presión en el lado de baja, asegúrese

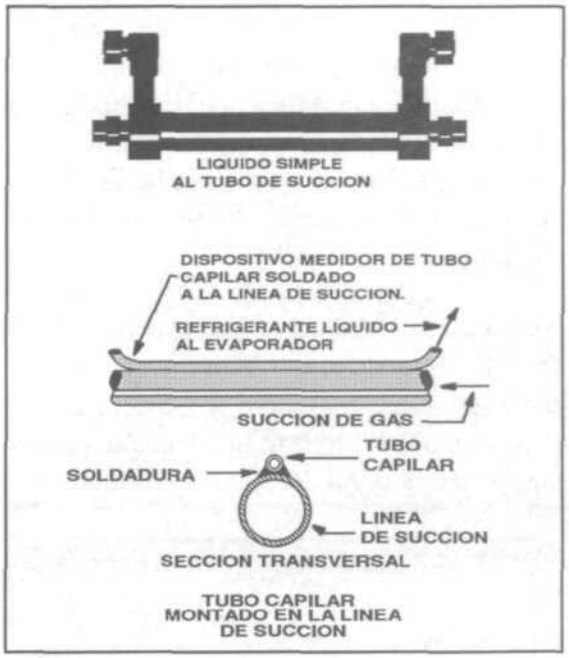


Figura 49-9. Tubo capilar fijado a la línea de succión.

de que dicho interruptor esté bloqueado en la posición de cerrado. Si no se hace esto, se abrirá cuando el lado de baja alcance el punto previamente fijado.

Si usted escucha que el compresor está extrayendo el aceite del cárter, pare esta unidad. Conecte y desconecte lentamente a mano el compresor. Esto hará regresar el refrigerante de la válvula B cerrada del tanque recibidor, a través del compresor, y lo enviará a dicho tanque.

Haga un vacío en el medidor del lado de baja, después pare la máquina. Si se mantiene el vacío, abra la válvula del tanque recibidor sólo un poco para permitir que entre el líquido al evaporador. Cierre la válvula B cuando el medidor indique una libra de presión, aproximadamente. Ahora puede cambiar la válvula de expansión.

Intercambiadores de calor. Los intercambiadores de calor desempeñan las funciones siguientes en los sistemas de refrigeración de temperaturas media y baja:

Función 1. Un intercambiador de calor subenfría el líquido refrigerante que entra en la válvula térmica de expansión. Esto reduce la carga instantánea de gas en la entrada del evaporador. También aumenta la diferencia del contenido de calor durante su fase de evaporación.

Función 2, Durante el proceso de subenfriamiento, el calor que se toma del refrigerante líquido se transfiere al gas de succión. Esto asegura un retorno de succión seco al compresor al nivel del supercalor entrante.

Función 3. Se reduce la posibilidad de sudoración con el aumento de temperatura de la línea de succión.

Función 4. Los intercambiadores de calor permiten un ajuste más abierto de la válvula térmica de expansión. Esto se puede llevar a cabo sin peligro de una seria retroinundación de líquido al compresor en condiciones de carga ligera o variable.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Componente del sistema con condensador enfriado por agua que mantiene alta la presión de condensación y produce ahorro en el uso del agua. ____

2. Componente del sistema con condensador enfriado por agua que se encuentra ubicado, la mayoría de las veces, en la línea que suministra el agua al condensador. ____

3. Tipo dc condensador que se puede instalar de manera igual en el interior o en el exterior de los edificios. ____

4. Dispositivo de un sistema con condensador enfriado por aire que elimina la humedad de éste. ____

5. Dispositivo que entre otras funciones subenfría el líquido refrigerante que entra en la válvula térmica de expansión. ____

deshidr tador

b. evaporativo

c.controldepresióndecarga

d. intercambiador de calor

e. válvula reguladora de agua

Respuestas

1.c 2.e 3.b 4.a 5.d

Equilibrio del sistema. Un problema básico en los sistemas de acondicionamiento de aire es aplicar el enfriamiento del aire a los lados bajos en el trabajo de refrigeración. La industria de la refrigeración establece ciertas normas que hacen esta tarea relativamente fácil. Durante la aplicación de un serpentín es muy importante asegurarse de que exista un equilibrio entre la unidad de condensación y el lado bajo.

¿En qué punto se determina la condición que se debe mantener en un determinado enfriador? Este punto se encuentra en la diferencia de temperatura entre el aire que debe pasar sobre el serpentín y la temperatura del refrigerante en el interior de dicho serpentín.

Un serpentín seleccionado para una diferencia amplia de temperatura mantendrá una humedad relativa más baja en el servicio. Los serpentines seleccionados para una diferencia de temperatura demasiado estrecha producirán humedades relativas más altas que las necesarias en la práctica.

Operación del sistema de refrigeración

En realidad no existe mucha diferencia entre el compresor de un sistema básico y el de un sistema comercial, hasta que nos tropezamos con los compresores enfriados por agua. Los compresores de este tipo generalmente son de tipo alternativo, y sus capacidades varían aproximadamente de 20 a 400 toneladas. En este punto, nos encontramos en una situación de especialización.

Limpieza del sistema

Antes de poner en servicio el compresor, primero se debe limpiar perfectamente. El mejor momento para limpiar el interior del cárter es exactamente antes de arrancar por primera vez el sistema. Para hacer este trabajo, se debe desmontar la tapa del cárter. Use solamente trapos limpios, libres de pelusa, cuando limpie el interior del cárter. Usted no deseará que quede pelusa o hilos en las superficies de las piezas de fundición.

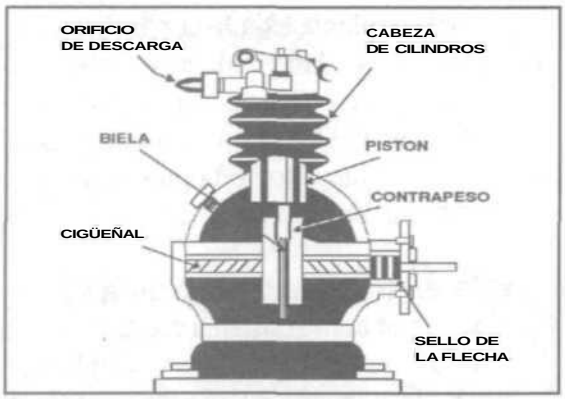


Figura 49-10. Antes de hacer la instalación, limpie el interior del compresor.

Después de que se haya limpiado cuidadosamente el cárter, llene el compresor con un buen aceite para máquinas. Use cualquier tipo de aceite que recomiende el fabricante. Las tapas de las cabezas de cilindros y las válvulas de descarga se deben desmontar y se debe aplicar aceite en la parte superior de los pistones. Viértalo lo más cerca posible de las paredes de los cilindros para obtener una buena lubricación de éstas. Después, haga girar a mano el compresor para asegurarse de que todos los componentes se muevan libremente.

Ahora, el motor y el compresor están listos para comenzar a funcionar. Primero se debe trabajar la unidad en vacío. Con esto se lubricarán todas sus piezas antes de que entre realmente en servicio.

Previamente a la puesta en marcha del compresor, se debe cebar con aceite la bomba de engranes. Esto se lleva a cabo desmontando el pequeño tapón de tubería de la parte superior de la coladera e introduciendo el aceite. Este penetrará en la bomba y sellará los engranes.

Cuando los componentes estén correctamente lubricados y no ocurra ningún calentamiento indebido, se debe parar la unidad. Se deberán instalar nuevamente la válvula de descarga y las tapas de las cabezas de cilindros. Asegúrese de que las juntas de las tapas mencionadas se encuentren en su posición y estén apropiadamente apretadas.

Ahora, la planta está lista para arrancar. Sin embargo, se debe realizar un paso más en aras de la seguridad. Es decir, probar que no hay fugas en el sistema con una presión igual al valor más alto de la presión de descarga con que se espera operar.

Puesta en marcha de la planta

Se debe purgar todo el sistema con una bomba de vacío para eliminar todo el aire y la humedad. Como regla general, no se debe cargar el compresor con un refrigerante que se encuentre en el tanque recibidor.

Ahora estamos listos para estudiar paso a paso el proceso de arranque de la planta.

Paso 1. Abra todas las válvulas e instale un sistema compuesto de medidores en los lados de alta y de baja. Conecte la bomba de vacío y purgue el sistema hasta que se hayan eliminado todas las burbujas a través del recipiente de aceite. Siga bombeando durante otra hora más después de esto.

Paso 2. Cierre la abertura y la línea de descarga (línea de succión) del compresor. Esto se lleva a cabo haciendo retroceder por completo la válvula de succión.

Paso 3. Apague y desconecte la bomba de vacío. Cambíela por un cilindro de refrigerante. Después, abra la válvula de este cilindro sólo ligeramente -lo suficiente para purgar la línea del compresor-.

Paso 4. Ahora está listo para cargar el sistema.

Paso 5. Cuide que el cilindro de refrigerante esté en posición vertical. Ponga en marcha el compresor. Atornille la válvula del compresor sólo un poco. Enseguida, abra la válvula del cilindro de refrigerante. Controle el gas que entra al compresor. Asegúrese de que la válvula de descarga del compresor sólo esté ligeramente atornillada, de manera que se pueda comprobar la presión del lado de baja.

Paso 6. Compruebe la bomba de vacío. Revelará cualquier fuga, pero no siempre se puede confiar en que sea cien por ciento correcta. Cuando tenga una cuantas libras de presión en todo el sistema, interrumpa esta operación. Haga recular la válvula de succión para detener el paso del gas que se está suministrando al sistema mediante el tanque de refrigerante.

Paso 7. Pruebe que no haya fugas. Si no se encuentra ninguna, continúe cargando el sistema abriendo la válvula de succión. Para esto se necesitará una o dos vueltas del vastago de la misma.

Paso 8. Deje colocado el tanque de refrigerante en posición vertical, de manera que el gas solamente entre al sistema.

Paso 9. Usted puede usar dos métodos para saber cuándo se ha llegado al valor correcto de carga. El tanque recibidor tiene una mirilla

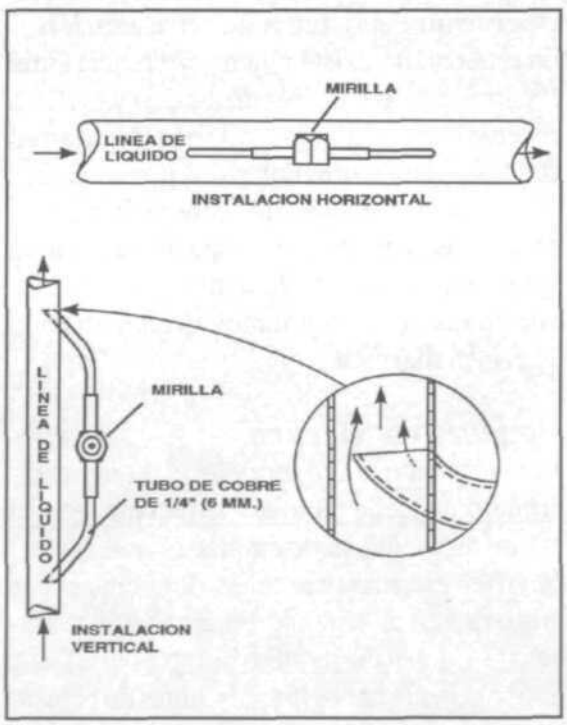


Figura 49-11. Uso de la mirilla en la línea del líquido para ver si se ha alcanzado la carga correcta de refrigerante.

en un extremo, que le indica el nivel del líquido en el mismo. También hay una mirilla en la línea de líquido que viene del tanque recibidor.

Paso 10. Si el tanque recibidor cuenta con una mirilla, ésta se hallará aproximadamente a la mitad de la altura en un extremo del tanque recibidor. Cierre el paso del refrigerante cuando el nivel llegue a este punto.

Paso 11. Si se está usando la mirilla de la línea de líquido, aparecerán unas burbujas hasta que esté fluyendo refrigerante líquido puro. La mirilla le permitirá comprobar que el sistema esté recibiendo refrigerante líquido en el evaporador.

Paso 12. La necesidad de agregar gas ha terminado. Haga funcionar el sistema durante un momento para asegurarse de que tiene suficiente refrigerante.

Paso 13. Si aparecen burbujas en la mirilla, será necesario agregar más refrigerante.

Paso 14. Siga observando el medidor del lado de alta. Si la lectura de presión alcanza un valor demasiado alto, todavía hay aire en el sistema. Si sucede esto, se debe desconectar el sistema, y después de un rato se deberá purgar el refrigerante de la válvula del lado de alta.

Paso 15. Si el sistema está trabajando correctamente, vigile el evaporador para comprobar el punto en que se congela. Muy pronto se debe congelar por completo.

Paso 16. Si la congelación llega más allá de la conexión del bulbo con la línea de succión, se debe ajustar la válvula de expansión para hacer regresar la congelación al bulbo. Este es un proceso lento, no se apresure con él.

Parada de la planta

Purgue el sistema si la planta debe estar fuera de operación por cierto periodo de tiempo. El proceso es corto y muy simple.

Paso 1. Cierre la válvula de corte del tanque recibidor.

Paso 2. Instale un medidor de baja presión para leer las pulgadas de mercurio del lado de baja del compresor.

Paso 3. Ponga en marcha el compresor. Tendrá que bloquear el interruptor de baja presión para mantener funcionando el compresor. Aplique un vacío ligero. Después, detenga el compresor durante un rato. Si todavía se encuentra un vacío en el compresor, abra un poco la válvula B del tanque recibidor. Ábrala hasta que haya una presión de una o dos libras de refrigerante en el sistema. Después, cierre todas las válvulas. Asegúrese de colocar una etiqueta en un lugar visible del compresor, de manera que todas las personas que se acerquen a él después que usted sepan lo que se ha hecho.

Las presiones que indique el medidor del lado de baja al arrancar y parar el sistema, ayudarán a fijar las temperaturas necesarias. La mayoría de los sistemas de refrigeración comercial se controlan mediante un interruptor de presión del lado de baja.

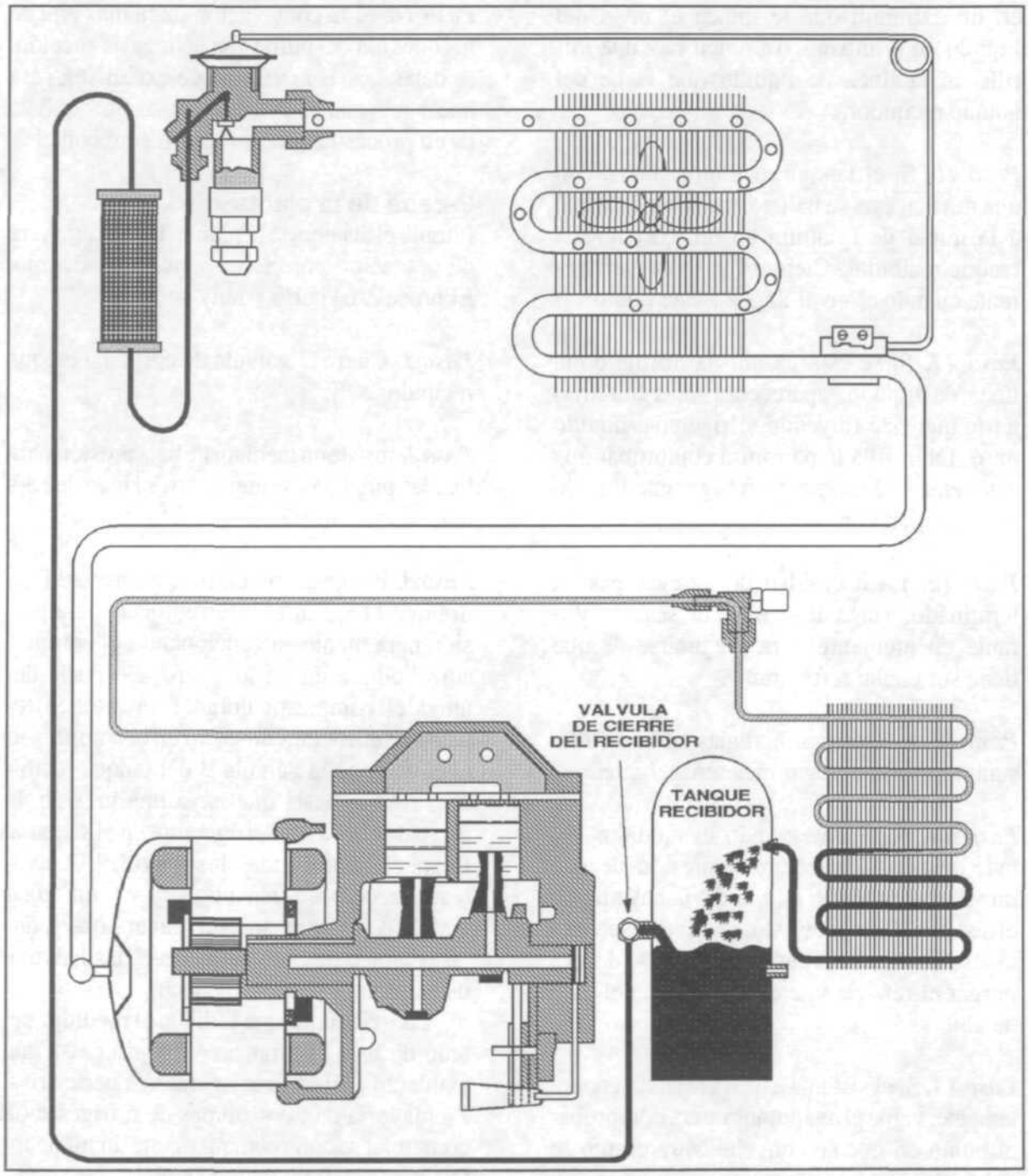


Figura 49-12. Cuando purgue el sistema, cierre la válvula de corte del tanque recibidor.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar la siguientes afirmaciones.

1. Antes de poner en servicio a un compresor, primero se debe_____perfectamente.

2. Para poner en operación una planta de aire acondicionado se debe purgar todo el sistema con una_____.

3. Al cargar un sistema de aire acondicionado, el tanque de refrigerante se debe colocar en posición_____.

4. Si al cargar un sistema de aire acondicionado aparecen burbujas en la mirilla, será necesario _____refrigerante.

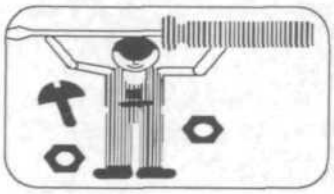
5. Cuando un sistema de aire acondicionado se va a dejar fuera de servicio por cierto periodo de tiempo, se debe_____el sistema.

Respuestas

1. limpiar 2. bomba de vacío 3. vertical 4. agregar 5. purgar

Resumen

Al final de esta lección habrá conocido la naturaleza de los enfriadores de agua y sus distintos tipos: enfriadores de garrafones, enfriadores de agua a presión y enfriadores de agua remotos. Este género de enfriadores es frecuente en las oficinas. También sabrá lo esencial de las unidades grandes para acondicionamiento de aire, e incluso los diez factores que debe ponderar para elegir una unidad de condensación para una planta grande de refrigeración. Conoce igualmente que la diferencia principal entre el sistema doméstico y comercial de refrigeración estriba en el condensador y el compresor. En las unidades grandes es muy común el uso de condensadores enfriados por agua. Puede también tratarse de unidades que utilicen condensadores enfriados por aire. En ambos sistemas, existen componentes especiales, como por ejemplo deshidratadores o condensadores enfriados por evaporación. Conoció asimismo cómo se limpia un sistema, y los pasos que hay que seguir para poner en marcha y para detener una planta de refrigeración ¡Le felicitamos por haber aprendido a llegar tan lejos!



Tareas Prácticas

Identificación de las partes de una unidad paquete enfriada por agua

Materiales que usted necesitará

- Papel y lápiz
- El diagrama anexo

Información previa

La unidad paquete vertical enfriada por agua fue una de las primeras alternativas para la solución de problemas de acondicionamiento comerciales y la ofrecen todavía varios de los principales fabricantes.

El concepto original de operación consiste en un circuito enfriado por agua, con un compresor y un condensador, también enfriado por agua, localizados en el compartimiento inferior. La sección del centro contiene los filtros y el evaporador de tubos alelados. La parte superior contiene uno o varios ventiladores centrífugos, el motor y la transmisión. Algunas unidades ofrecen varios arreglos opcionales para la descarga, dependiendo de la aplicación y de los requerimientos de espacio.

La operación de enfriamiento con torre depende del tipo de torre seleccionada, de la temperatura del bulbo húmedo y del volumen de agua.

Lo que usted deberá hacer

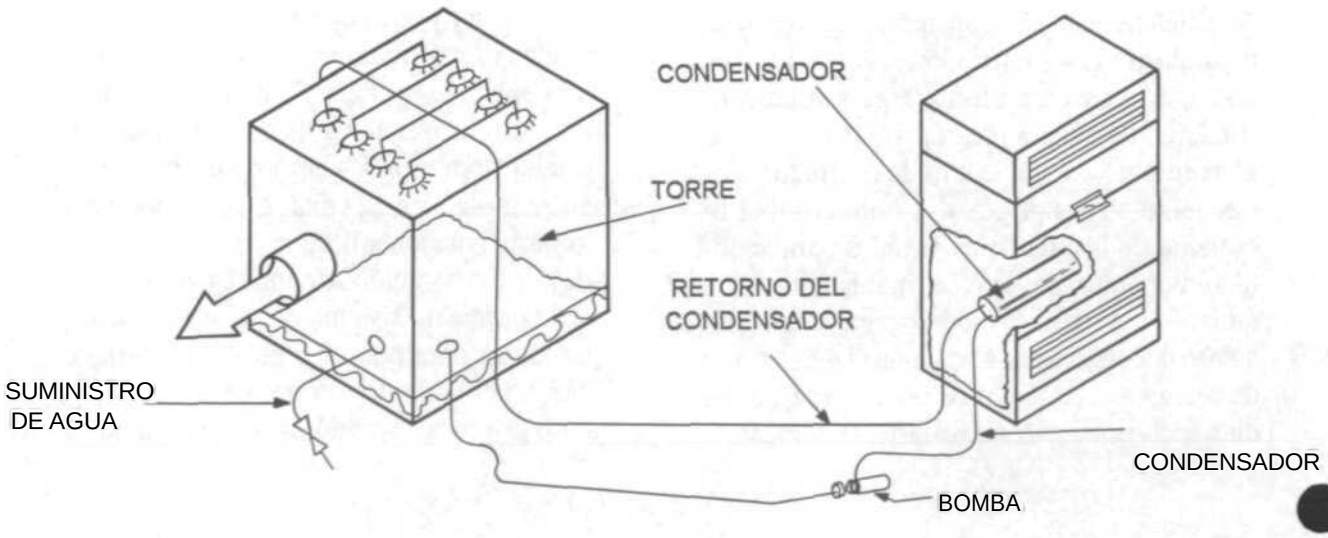
Conocerá físicamente las partes de enfriamiento de una unidad enfriada por agua.

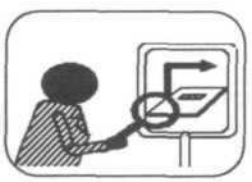
Procedimiento

1. Localice una construcción donde se haya instalado una unidad de paquete enfriada por agua.
2. Solicite permiso para verla operar.
3. Obsérvela cuidadosamente e identifique las partes que conforman el sistema de enfriamiento con agua.
4. Compare las partes observadas con el diagrama de esta tarea.

Conclusiones

El manejo de un sistema de enfriamiento con agua requiere cuidados especiales, y conocerlo a fondo es vital para su adecuada operación y mantenimiento.





–y después, ¿qué sigue?

¿Cuáles son los componentes del sistema de control y para qué sirven los controles? ¿Qué tipos de controles hay en un sistema de refrigeración? ¿Qué controlan los termostatos? ¿Cuáles son los principales tipos de control de presión? ¿Cómo y con qué se controla un humidificador? ¿Qué categorías incluye el control de fluido? ¿Qué es un interruptor de vela? ¿Cuáles son los principales controles de combustible?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. Los enfriadores para garrafones normalmente se utilizan en las

a. casas.
b. oficinas.
c. calles.
d. tiendas de autoservicio.

2. En los enfriadores de agua del tipo de presión el líquido se alimenta

a. con garrafones.
b. con bomba.
c. desde las líneas de agua del edificio.
d. con tambores.

3. Un enfriador de agua remoto puede entregar de:

a. 5 a 12gph.
b. 10 a 20 gph.
c. 2 a 10 gph.
d. 5 a 24 gph.

4. En un sistema de aire acondicionado que utiliza amoniaco como refrigerante, el amoniaco líquido del lado de baja se evapora por efecto del calor de la sustanda que se está

a. enfriando.
b. comprimiendo.
c. condensando.
calentando.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L449

5. La diferencia entre el sistema doméstico básico de aire acondicionado y el sistema comercial radica en el condensador y el

a. evaporación
b. dispositivo de control de flujo.
c. compresor.
d. deshidratados

6. Existen dos tipos de controles de temperatura para las torres de enfriamiento, uno para la torre de enfriamiento de tiro forzado y otro para la de tiro

a. evaporativo.
b. atmosférico.
c. a presión.
d. a temperatura.

7. La presencia de humedad en el sistema de aire acondicionado produce la formación de ácidos en el

a. condensador.
b. evaporador.
c. dispositivo de control de flujo.
d. compresor.

8. Los intercambiadores de calor permiten un ajuste más abierto de

a. la válvula térmica de expansión
b. el compresor.
c. el evaporador.
d. el condensador.

9. Antes de poner en marcha un compresor nuevo, se debe cebar con aceite

a. las válvulas.
b. el cigüeñal.
c. la bomba de engranes.
d. las bielas.

10. La mayoría de los sistemas de refrigeración comercial se controlan mediante

a. un interruptor de presión en el lado de alta.
b. un interruptor mecánico.
c. un interruptor eléctrico.
d. un interruptor de presión en el lado de baja.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

SISTEMAS DE
Refrigeración
Y AIRE
ACONDICIONADO

CONTENIDO

Introducción....3

1. Definiciones y descripciones....3
2. Propósitos de los controles....4
3. Resumen....20
4. Tareas prácticas....21
5. Examen....23

Controles y controladores

L450

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Propósitos de los controles, 4
- Componentes del sistema de control, 5
  - Una variable controlada, 5
  - Un controlador, 5
  - Un dispositivo controlado, 5
  - Un agente de control, 5
  - Una fuente de energía, 5
  - Una planta de proceso, 5
- Consoladores, 7
- Consoladores de temperatura, 8
- Consoladores de presión, **14**
- Consoladores de humedad, **16**
- Consoladores de fluido, **17**
  - Consoladores de aire, 17
  - Consoladores de combustible, **18**

Resumen, 20

Tareas prácticas:
- Identificación física de las partes de un termostato de ambiente, **21**

Examen, 23

Introducción

La operación adecuada de un sistema de refrigeración y aire acondicionado mucho depende de los controles con que este sistema cuente, pues para que existan las condiciones de confort deseadas, debe haber una temperatura adecuada, una buena ventilación y suficiente humedad en el aire.

En esta lección estudiaremos lo que son los controles y cuáles se emplean en la industria de refrigeración y aire acondicionado. También haremos mención de los elementos que los conforman. Se verá lo que es una variable controlada, así como lo que significa un controlador, un dispositivo controlado, un agente de control, una fuente de energía y una planta de proceso. Se estudiará igualmente lo que son y cómo operan los diferentes tipos de controles: de temperatura, de presión, de humedad y de fluido, bien sea aire o combustible.

La información que contiene esta lección le ayudará mucho en el desarrollo de su trabajo como técnico de servicio en aire acondicionado y refrigeración. Estudíela con detenimiento y, si algo no le queda lo suficientemente claro, no dude usted en leer cuantas veces sea necesario el concepto hasta que lo haya usted entendido.

Esta, como cada una de las lecciones que conforman este curso, es de suma utilidad para usted. Por lo tanto, le convocamos a obtener el mayor provecho de ella.

Definiciones y descripciones

AGENTE DE CONTROL *(control agent).* Este es el medio que regula el dispositivo controlado. Por ejemplo, el agua, el aire o la corriente eléctrica son agentes de control.

CONTROLADOR *(controller).* Un controlador es un dispositivo que detecta un cambio y que señala una acción a un dispositivo controlado para corregir la condición, por lo cual recibe este nombre. En otras palabras, un controlador controla un dispositivo controlado.

DISPOSITIVO CONTROLADO (con*trolled device).* Es un dispositivo que regula el flujo u otro efecto de un agente de control. Los dispositivos de este tipo comprenden las válvulas, las compuertas, las bombas, los ventiladores, los motores y los compresores.

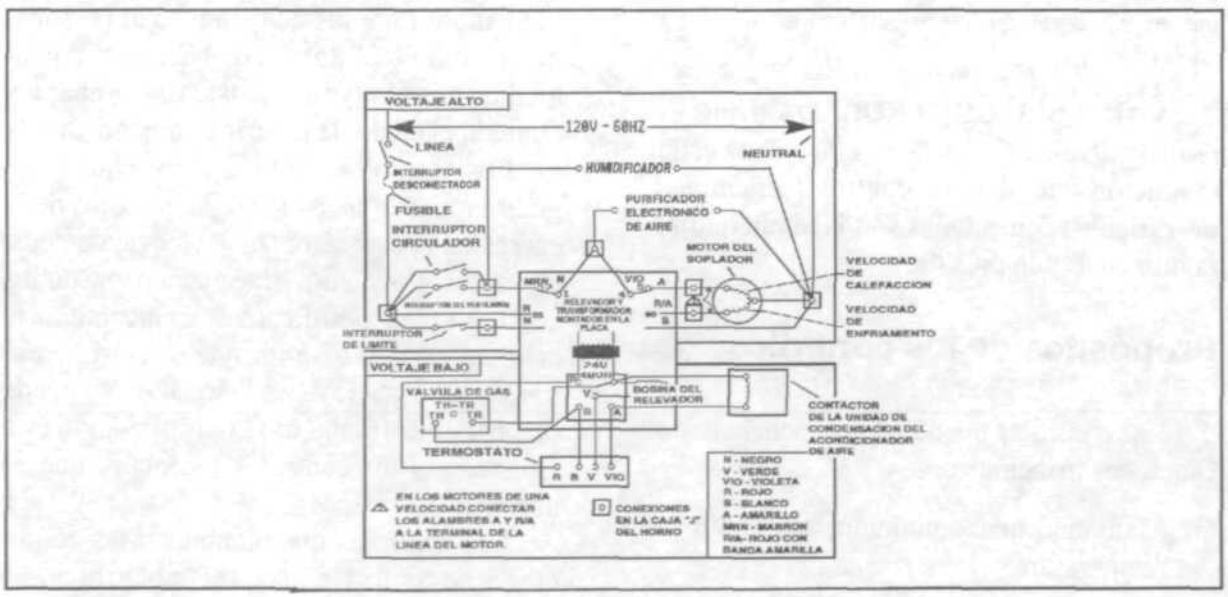


Figura 50-1. ¿Cuántos dispositivos de control puede identificar en esta figura?

Los dispositivos controlados se gobiernan mediante controladores.

RETROALIMENTACION *(feedback).* La retroalimentación es la transmisión de información que se devuelve a un sensor.

VALOR DE DISEÑO *(design valué).* El valor de diseño es la cantidad de calefacción o enfriamiento que debe producir un sistema de acuerdo con su diseño.

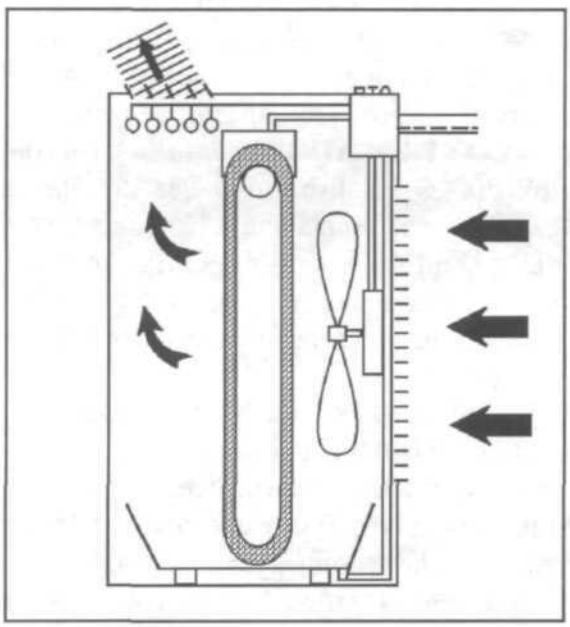


Figura 50-2. Este humidificador controla la humedad, una variable controlada, en una habitación.

VARIABLE CONTROLADA *(controlled variable).* Una variable controlada es la condición que se debe controlar. Ejemplos de variables controladas son la temperatura, la humedad y la presión.

Propósitos de los controles

Los controles pueden desempeñar cuatro funciones principales.

- Mantener una condición, tal como la temperatura.
- Reducir el trabajo humano.
- Conservar la energía.
- Proporcionar seguridad en la operación del equipo.

Los controles pueden mantener las condiciones de diseño del equipo, por ejemplo la temperatura y la humedad relativa, en un espacio acondicionado. Esto lo llevan a cabo al percibir los cambios que se producen en ese espacio acondicionado y, después, indicando al sistema lo que debe hacer.

Siempre que la ganancia o pérdida de calor sea menor que el valor de diseño, la capacidad del sistema será demasiado grande. Si produce toda su salida, el espacio se sobrecalentará o se enfriará excesivamente. Por supuesto, el termostato controlará la salida de calefacción o enfriamiento del sistema para igualar el valor de la carga (ganancia o pérdida de calor). La carga se modificará cuando cambie el espacio ocupado o la temperatura exterior. El control y el mantenimiento de las condiciones dentro de un espacio constituyen la función principal de los controles.

Los controles también reducen la cantidad de trabajo humano necesario para operar un sistema. Se pueden diseñar para abrir una compuerta exterior a una ventilación dada. Esto ahorraría a los ocupantes o al personal de un edificio el trabajo de hacerlo manualmente. Disminuye los costos de trabajo y también el costo de un error humano.

Los controles también conservan energía. Mantienen bajo el uso y los costos de la energía al operar automática y eficientemente el sistema. Por ejemplo, se pueden ajustar los controles para modificar automáticamente la cantidad de aire exterior que se permite entrar en un espacio acondicionado. Se puede obtener un enfriamiento gratuito usando este aire cuando los controles "sientan" que es adecuado.

Los controles que mantienen las condiciones de confort, reducen el trabajo humano y conservan energía se denominan controles de operación. Otro tipo de control es el con-

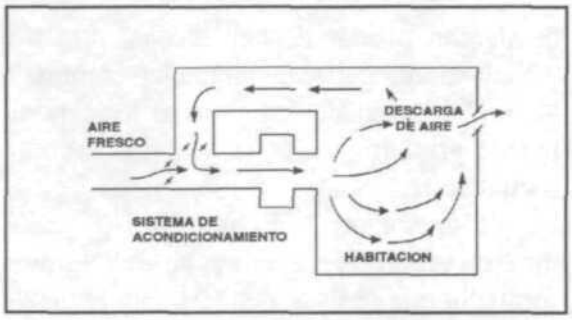


Figura 50-3. Un sistema automático de compuertas puede controlar el flujo de aire en un espacio acondicionado.

trol de seguridad. Este mantiene la operación del equipo a un nivel seguro. Estos tipos de controles ayudan a evitar daños al personal, al equipo y a los sistemas. Por ejemplo, los dispositivos limitadores son controles de seguridad. Impiden que los sistemas se calienten demasiado. Usted aprendió mucho sobre los controles de seguridad cuando estudió los fusibles, los relevadores, los cortacircuitos y los interruptores.

Componentes del sistema de control

Todos los sistemas de control poseen partes similares. Desde el más sencillo hasta el más complejo, todos los sistemas de control están formados con las partes que se enumeran a continuación.

Una variable controlada. Una variable controlada es una condición que se debe controlar. Por ejemplo, la temperatura, la humedad relativa y la presión son variables controladas.

Un controlador. Un controlador es un dispositivo que detecta un cambio en la variable controlada. Entonces, envía una señal u orden, a un dispositivo controlado para corregir el cambio. Algunos ejemplos de controladores son los termostatos, los humidistatos y los presostatos. Por lo tanto, un controlador desempeña dos trabajos. Uno de ellos consiste en detectar una señal. El segundo es el de transmitir una instrucción en respuesta a esa señal.

Un dispositivo controlado. Un dispositivo controlado es aquel que regula el flujo de un agente de control cuando recibe una señal del controlador. Los ejemplos de dispositivos controlados son las válvulas, las compuertas, las bombas, los ventiladores, los motores y los compresores.

Un agente de control. Un agente de control es el medio regulado por el dispositivo controlado. Los agentes de control son el agua, el aire y la corriente eléctrica.

Una fuente de energía. Una fuente de energía proporciona la potencia para enviar la señal del controlador al dispositivo controlado. Usualmente, esta fuente de energía es la electricidad.

Una planta de proceso. La regulación del agente de control cambia la salida del sistema. Los serpentines de enfriamiento y calefacción, los quemadores de aceite, las bombas, los compresores y los ductos pueden constituir la planta de proceso. Recuerde que la planta de proceso cambia la condición de la variable controlada y completa la acción. La planta de proceso es el sistema completo de REAC. Consulte la Figura 50-4.

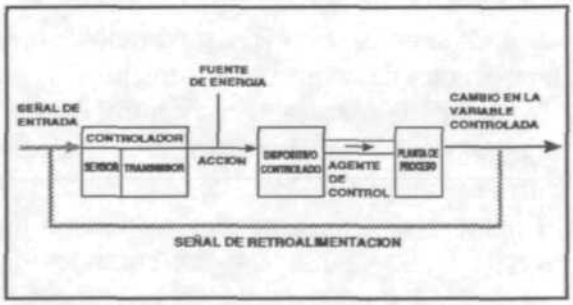


Figura 50-4. Este es un diagrama de bloques de un sistema de control de circuito cerrado o de retroalimentación.

El sistema de circuito cerrado responde a las señales de retroalimentación, siempre para corregir el valor de la variable controlada. Este es el sistema bajo el cual trabajan los controles. El sensor del termostato reacciona ante cambios de temperatura ambiente, y envía señales que inician la acción para corregir la temperatura previamente establecida en la zona de confort.

Observemos la Figura 50-1. Nos muestra un sistema de control típico de un sistema de acondicionamiento de aire para todo el año, que usa gas para la calefacción invernal y aire refrigerado para el enfriamiento estival. Se incluye un humidificador, junto con un purificador de aire operado electrónicamente. El motor de velocidades múltiples del soplador de la unidad de calefacción se emplea para proporcionar el mejor manejo posible del aire en verano e invierno. Todo el sistema se controla mediante un termostato de ambiente. Los controles intermedios consisten en el interruptor del ventilador y el interruptor del soplador.

Obviamente, debe haber una fuente de energía para operar un sistema de control. La mayoría de los sistemas automáticos de control están alimentados por electricidad. Los circuitos de calefacción y enfriamiento se pueden ajustar para funcionar con un voltaje de línea de 115a 220 volts, o con un voltaje bajo de 24 volts. Usualmente se prefiere el voltaje bajo. Es más seguro y el alambrado es más simple. También proporciona una temperatura de control más estrecha.

Una parte esencial de un control de voltaje bajo es el transformador de voltaje de comente alterna (CA). Este también recibe el nombre de transformador reductor o de voltaje bajo. Se usa con los controles de calefacción y enfriamiento para reducir el voltaje de línea a un valor bajo. Consulte la Figura 50-5 (A).

Este es un transformador reductor. Los transformadores interiores son dos bobinas de alambre aislado desconectadas entre sí y devanadas alrededor de un núcleo común de hierro. Un devanado de bobina recibe el nombre de primario y el otro se conoce como secundario.

Veamos ahora la Figura 50-5 (B). Nos muestra un posible diseño interno del transformador que se ilustra en (A). Como puede ver, en el devanado primario entran 240 volts y salen 24 volts en el secundario. Para un transformador de 240 volts, cada diez vueltas del primario corresponden a una vuelta del secundario.

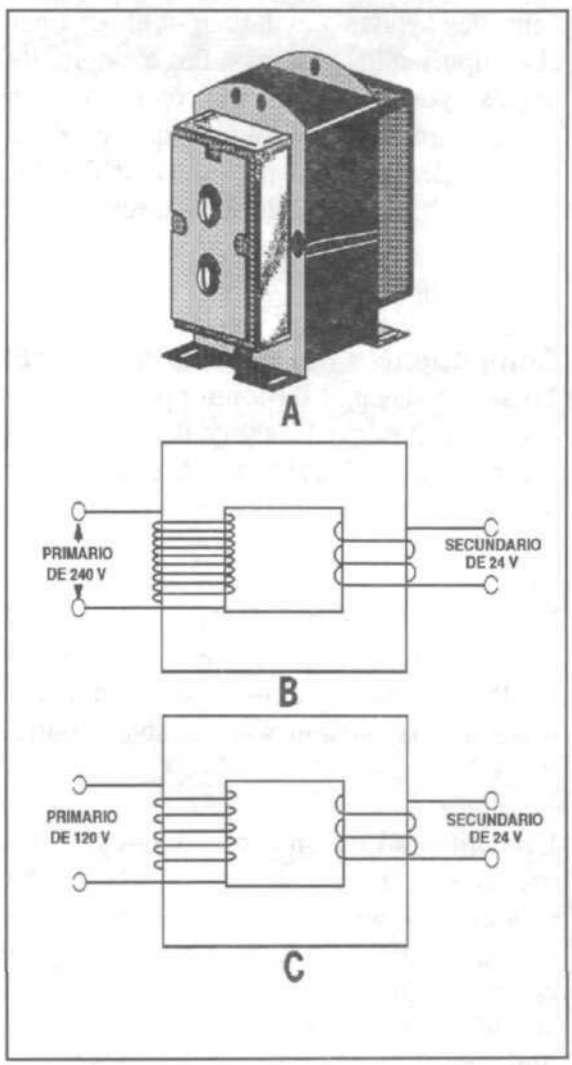


Figura 50-5. Transformador reductor *(A)*. Primario de 240 volts, secundario de 24 volts *(B)*. Primario de 120 volts, secundario de 24 volts (C).

Veamos ahora la parte (C). Nos muestra otro posible diseño interno del mismo transformador. En este caso, es un transformador de 120 volts. Si entran ciento veinte volts y salen 24 volts, cada cinco vueltas del primario corresponden a una vuelta del secundario.

Los transformadores se pueden obtener en una gran variedad de voltajes y capacidades. La capacidad es la cantidad de comente eléctrica en voltamperes. La capacidad debe ser suficientemente grande como para manejar la corriente en diferentes valores de watts y cargas. Usualmente, el fabricante fija las clasificaciones del transformador.

Controladores

Como usted recordará, los consoladores detectan la señal de la variable controlada y envían una orden al dispositivo controlado como resultado de esa señal. Las variables que se controlan más frecuentemente en la calefacción y el enfriamiento son la temperatura, la humedad relativa, la presión y el flujo. El campo de la calefacción y el enfriamiento necesita muchos tipos diferentes de controles para detener, arrancar y proteger el equipo. Los controles con que usted trabajará se pueden agrupar de la siguiente manera:

Ejercicio de **Autoevaluación**

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Condición de un sistema de aire acondicionado y refrigeración que se debe controlar. _____
2. Dispositivo que detecta un cambio en la variable controlada. _____
3. Medio regulado por el dispositivo controlado. _____
4. Elemento que proporciona la potencia para enviar la señal del controlador al dispositivo controlado. _____
5. Dispositivo que regula el flujo de un agente de control cuando recibe una señal del controlador. _____

a. controlador

b. luente de energía

c. variable controlada

d. dispositivo controlado

e. agente de control.

Respuestas

1.c 2.a 3.e 4.b 5.d

eléctricos

mecánicos

electromecánicos

Los controles eléctricos son unidades que se operan eléctricamente y que controlan unidades eléctricas. Los controles mecánicos operan por presión o temperatura para controlar el flujo de un fluido. Los controles electromecánicos se activan por medio de presión o temperatura y desarrollan funciones eléctricas.

En la mayoría de los casos, los controles automáticos trabajan para controlar la temperatura de calefacción y enfriamiento. El control de temperatura es importante para mantener la temperatura de un espacio o producto y para proporcionar protección al equipo. Cuando se usa un controlador para controlar la temperatura de un espacio o producto, recibe el nombre de termostato. Cuando se utiliza un controlador para proteger el equipo, se conoce como dispositivo de seguridad.

Controladores de temperatura

Los termostatos son los dispositivos de control que se usan más ampliamente. Trabajan bajo el principio de que diferentes metales, líquidos y gases se dilatan en proporciones distintas cuando se calientan.

El dispositivo más común que se utiliza en los termostatos para percibir un cambio de temperatura es la tira bimetálica. Esta consta de dos metales soldados. Estos metales se dilatan en proporciones diferentes cuando se calientan. Por lo tanto, la tira se flexionará con un cambio de temperatura. A menudo se usa el latón y el acero, pero el cobre y el hierro son los metales que se usan más comúnmente en una tira bimetálica. Consulte la Figura 50-6.

Cuando aumenta la temperatura, la tira de cobre se dilata más que la tira de hierro.

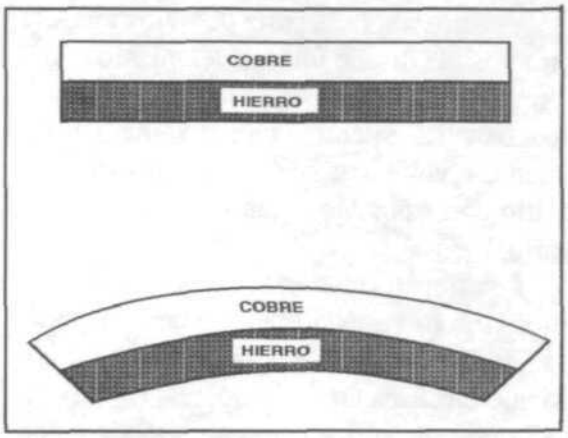


Figura 50-6. Este tipo de tira bimetálica se usa frecuentemente en los termostatos.

Esto hace que se doble la tira bimetálica al aumentar la temperatura. Después se endereza la tira cuando baja la temperatura. Esta acción de doblez y enderezamiento de la tira abre y cierra los puntos de contacto del circuito eléctrico.

Esta es la forma como trabaja este dispositivo en la práctica. Cuando se enfría una habitación, la tira bimetálica se endereza, toca los contactos eléctricos del termostato y cierra el circuito. El termostato ordena al sistema de calefacción que comience a funcionar. La casa se calienta y al hacerlo se dobla la tira bimetálica hasta que, en el momento en que las habitaciones alcanzan la temperatura deseada, la tira ya no toca los contactos del termostato. Con esto se abre el circuito y se desconecta el sistema de calefacción.

Ya hemos descrito cómo trabaja un termostato para calefacción. ¿Y qué sucede con un termostato de enfriamiento? Bien, trabaja del mismo modo, excepto que los contactos se abren cuando se enfría una habitación y se cierran cuando se calienta ésta. Trabaja de este modo. Cuando se calienta la casa, se dobla la tira bimetálica, toca los contactos y cierra el circuito eléctrico. Con esto se conecta el acondicionador de aire central. Al enfriarse la habitación, se endereza la tira

bimetálica, abre los contactos y desconecta el sistema.

La sensibilidad de los termostatos de ambiente depende de dos factores: el retardo del sistema y el diferencial de operación. El retardo del sistema es la cantidad de tiempo necesario para que el sistema de calefacción o enfriamiento produzca un cambio de temperatura que se sienta en el termostato. El diferencial de operación es el cambio necesario en la temperatura del aire ambiental para abrir o cerrar los contactos.

Por lo tanto, si usted desea que un termostato funcione eficientemente, debe contar con un medio para arreglárselas con los efectos del retardo del sistema y con el diferencial de operación. En los termostatos se emplean anticipadores de calor y frío para reducir los efectos del retardo del sistema. Estos son resistores que generan una pequeña cantidad de calor cuando fluye la corriente a través de ellos. Este calor artificial aumenta la sensibilidad del elemento bimetálico. Los anticipadores de calor se pueden ajustar, mientras que los anticipadores de frío son fijos y, por lo tanto, no son ajustables.

La mayoría de los termostatos para calefacción poseen anticipadores de calor. La mayoría de los termostatos para enfriamiento cuentan con anticipadores de frío. A menudo, los termostatos combinados poseen anticipadores de calor y de frío al mismo tiempo.

El anticipador de calor está diseñado para impedir que la temperatura de una casa sobrepase la temperatura deseada cuando se usa el sistema de calefacción. El anticipador de frío se diseña para conectar el acondicionador de aire central con una pequeña anticipación para compensar el aire caliente que se ha desarrollado en el sistema de ductos durante el ciclo de reposo.

Cuando se desconecta un sistema de calefacción, el calor permanece en la cámara de calefacción y en los ductos. Aun después de que se hayan apagado los quemadores de gas o petróleo o se hayan desconectado los elementos calefactores, continuará fluyendo calor hacia la casa. Si el termostato espera hasta que la vivienda haya alcanzado la temperatura deseada para desconectar el sistema, la temperatura de esa casa sobrepasará el valor que se desea. Esto se conoce como sobrecorrección del termostato. Para evitarlo, se instala un anticipador de calor.

El anticipador de calor emite una pequeñísima cantidad de calor. Está ajustado para emitir exactamente la cantidad precisa de calor para "engañar" al termostato haciéndolo creer que la vivienda ha alcanzado la temperatura deseada, cuando en realidad no ha sido así. El termostato desconecta el sistema de calefacción antes de que la casa adquiera la temperatura deseada, y el calor que permanece en la cámara de calefacción y los ductos hace que esa vivienda alcance la temperatura que se desea.

Con los acondicionadores de aire centrales, el aire de los ductos tiende a calentarse durante el ciclo de reposo. El anticipador de frío también emite una pequeñísima cantidad de calor, pero solamente en el ciclo de reposo. Este calor hace que el acondicionador de aire se conecte un poco antes para com-

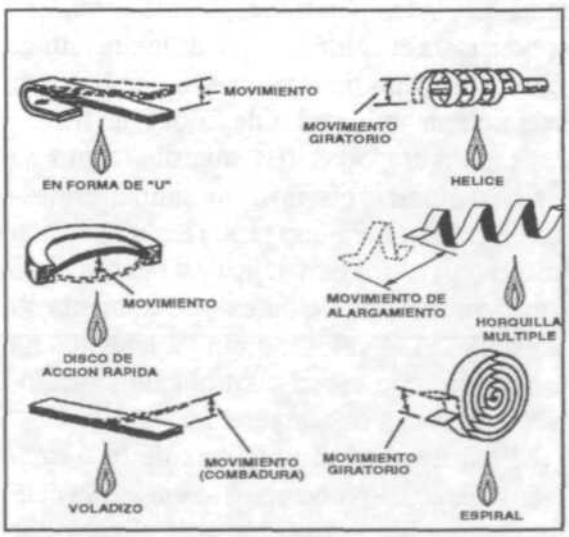


Figura 50-7. Tipos de elementos bimetálicos que se usan en los termostatos.

pensar el aire caliente que se introducirá en la casa al comenzar el ciclo de conexión.

Como usted puede entender con esta explicación, es preciso diseñar las tiras bimetálicas para adaptarse al tipo de termostato que va a usarse, y al movimiento necesario en ese termostato. Algunos elementos bimetálicos están enrollados para producir un movimiento de rotación. Otros tienen una forma recta para producir una combadura o un movimiento de flexión. En la Figura 50-7 se ilustran varios tipos de elementos bimetálicos.

Cuando se une un contacto eléctrico al elemento bimetálico, se puede usar el movimiento de éste para cerrar o abrir un circuito eléctrico. La Figura 50-8 (A) muestra un sencillo termostato bimetálico recto. Note el contacto fijo. El contacto movible está montado en la tira bimetálica. Está ajustado de manera que el movimiento de flexión de la tira cierre los contactos. Esto se conoce como termostato de acción rápida. Los termostatos de esta clase son adecuados para situaciones limitadas de control. Tienen un par de inconvenientes. Los contactos abiertos pueden producir arcos o ensuciarse. También, el diseño significa que su acción es de tiempo retardado, de manera que para el momento en que reaccione el elemento bimetálico, la temperatura ambiente verdadera sobrepasará el valor deseado de temperatura. Este es del tipo de termómetro que hay que usar con un anticipador de calor o de frío.

La Figura 50-8 (B) muestra cómo se puede mejorar el diseño de un simple termostato metálico para que produzca una acción eficiente. La tira bimetálica está enrollada o forma una espiral. Con esto se aumenta su sensibilidad al calor. Ahora ya tenemos un termostato que estará controlando situaciones inmediatas de temperatura.

Para resolver el problema de la formación de arcos, los contactos se encierran dentro de un tubo de vidrio sellado al vacío. Se emplea una pequeña cantidad de mercurio para completar el circuito eléctrico.

Consulte la Figura 50-8 (B). Este tipo de tira bimetálica en un termostato recibe el nombre de termostato de bulbo de mercurio de acción simple. Cuando la tira bimetálica se dilata y se flexiona, el fluido de mercurio se mueve hacia la izquierda y completa el circuito eléctrico. En el lado derecho se encuentra un tubo sellado que posee un contacto de metal a metal. El imán proporciona la fuerza que cierra los contactos.

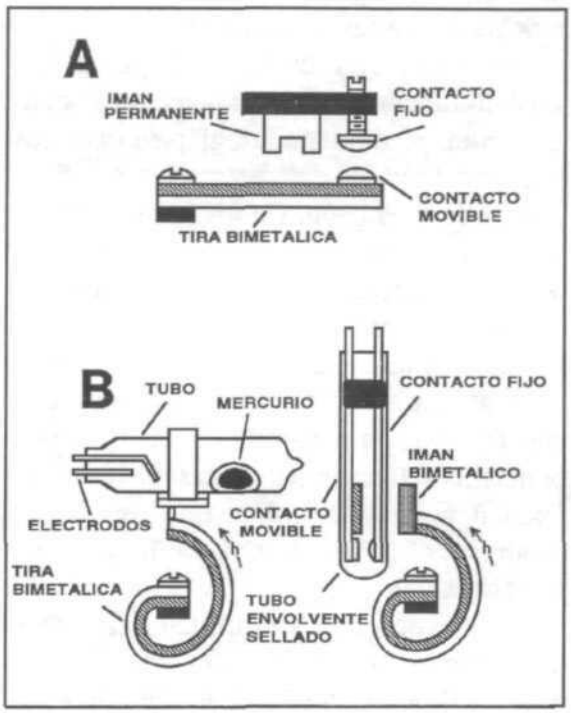


Figura 50-8. Termostato de acción rápida *(A)*. Termostato de bulbo de mercurio de simple efecto *(B)*.

Los termostatos de ambiente se fabrican para controlar la temperatura en una amplia escala. Usualmente, esta escala varía de O a 90 grados Fahrenheit (O a 32 °C). Un cuadrante permite que el usuario ajuste la temperatura que desee. Comúnmente, ésta se encuentra entre 68 y 80 grados Fahrenheit (20 y 27 °C).

En la Figura 50-9, de la siguiente página, se ilustra un termostato típico de bajo voltaje con y sin la cubierta. Se puede ver la base inferior en la ilustración (B). Tiene dos fun-

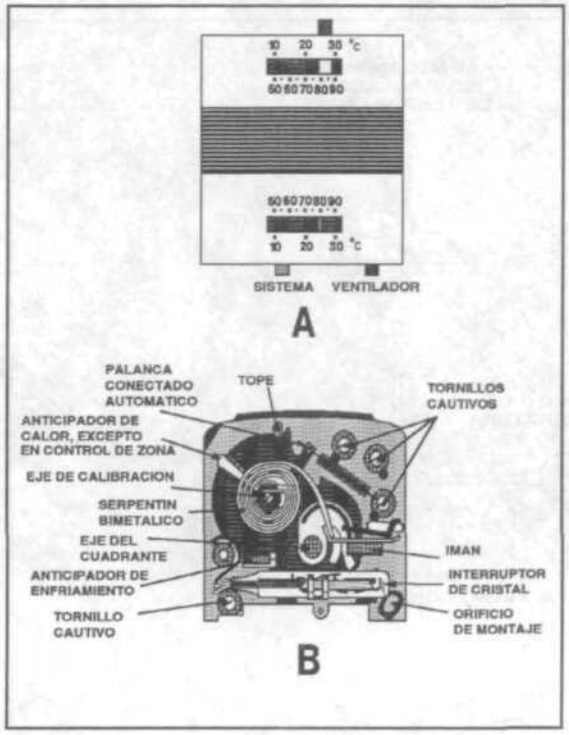


Figura 50-9. Termostato de combinación con cubierta (A) y sin cubierta *(B).*

ciones. Proporciona una base para montar el termostato y ofrece las posiciones del interruptor, tales como Frío, Desconectado, Calor o Ventilador *(Cool, Off, Heat,* o *Fan).*

Podemos decir que éste es un termostato combinado porque el interruptor permite obtener calefacción y enfriamiento. Note en la ilustración (B) que hay un anticipador de calor y un anticipador de frío. Tenemos un diseño de tira bimetálica en espiral.

Por supuesto, los termostatos pueden ser todavía más complicados si deben controlar más equipo. Las bombas de calor y el equipo de techo que cambia de calefacción a enfriamiento, usualmente se controla por medio de un termostato de dos etapas.

Existen muchos tipos de termostatos de bajo voltaje que se emplean actualmente. Además del termostato de dos etapas y el de bulbo de mercurio simple, se conocen los termostatos digitales, los termostatos de día y noche, los termostatos de verano e invierno, los termostatos de maestro y esclavo, y los termostatos limitadores. Estos últimos conservan la energía y los otros son, realmente, dos termostatos en uno. Poseen dos juegos diferentes de puntos de contacto, de manera que trabajan en dos condiciones diferentes.

Si bien el dispositivo de tira bimetálica es el elemento sensor de calor más común que se usa para controlar la temperatura, también hay otros para uso general. Otro tipo de control que emplea dos metales diferentes recibe el nombre de dispositivo sensor de varilla y tubo. Tiene un tubo exterior de metal con un alto grado de dilatación térmica y una varilla interna de metal con un bajo coeficiente de expansión térmica. Usualmente, este tipo de dispositivo sensor se encuentra en los calentadores de agua que trabajan con gas. Puede detectar la temperatura del agua con mucha exactitud. A medida que cambia la temperatura de dicho líquido, el tubo empuja la varilla y abre o cierra la válvula de gas para alimentar o interrumpir la aplicación de calor al agua contenida en el tanque.

La dilatación de un fluido también constituye una forma de sentir el cambio de temperatura en los controladores. El líquido que asciende dentro de un tubo o que se dilata en un fuelle se puede usar como sensor de temperatura, pues presenta un movimiento similar al de la tira bimetálica. Dos de estos dispositivos son el de fuelle y el de diafragma. Se ilustran en la Figura 50-10 (A). El calor origina la dilatación del líquido (o del gas)"dentro del fuelle o el diafragma. Esto causa un movimiento mecánico.

El diafragma es un disco metálico delgado y flexible con una superficie grande. Se mueve hacia adentro y hacia afuera con los cambios de presión. Se puede usar en los hornos de gas. Se coloca un bulbo lleno de mercurio cerca de una ligera flama piloto. Se conecta a un diafragma por medio de un tubo. Cuando se calienta el mercurio, extiende el diafragma y enciende el horno.

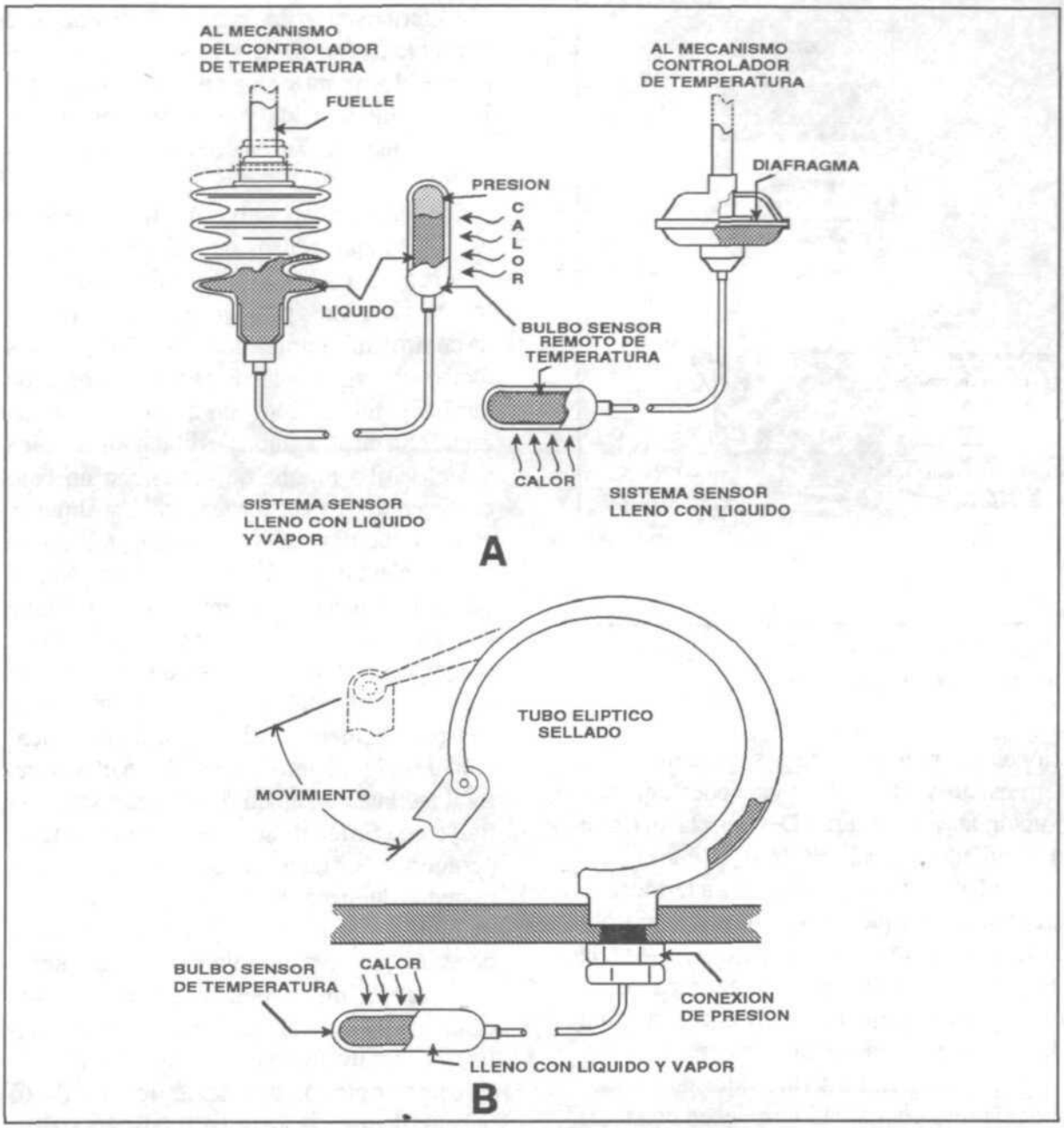


Figura 50-10. Fuelle y diafragma con bulbo sensor (A). Tubo de Bourdon *(B).*

El tubo Bourdon que se muestra en la Figura 50-10 (B) es otro elemento sensor que reacciona a los cambios de presión. Es un tubo elíptico sellado. Cuando se aplica presión a la conexión de presión, el tubo tratará de enderezarse. La presión se puede producir mediante el refrigerante, el agua, el aceite o el vapor. Los tubos Bourdon se utilizan en los manómetros.

Otro dispositivo que controla los cambios térmicos es el termopar. Usted los estudió en una lección anterior. Consiste en dos metales diferentes soldados. Cuando se calienta la unión de los metales, se inicia el flujo de una corriente eléctrica debido a la diferencia de temperatura en los dos extremos del dispositivo. Cada termopar posee una unión caliente y una unión fría.

La diferencia de temperatura da inicio al flujo de la corriente. Después, esta corriente genera la corriente necesaria para abrir la válvula de gas y encender el horno. Cuando se enciende la flama, el termopar genera una corriente eléctrica. Esto mantiene abierta la válvula de gas. Cuando se apaga la flama, el termopar ya no genera más electricidad y se cierra la válvula. No fluirá el gas y el horno no se encenderá. Cuando se usan varios termopares juntos para obtener una salida más alta (alrededor de 500 milivolts), el conjunto se conoce como termopila o pila térmica.

Otro dispositivo sensor de temperatura es el termistor. Este es un dispositivo electrónico de estado sólido conocido como semiconductor. Este término quiere decir que conduce la electricidad, pero no tan bien como un conductor. El termistor permite el flujo de diferentes cantidades de corriente, según la temperatura. Cuando ésta se eleva, hay una resistencia menor al flujo de la comente. En otras palabras, fluye más corriente cuando aumenta la temperatura. Cuando baja ésta, fluye menos corriente. Usualmente, estos cambios de corriente se controlan mediante un circuito electrónico que puede parar, arrancar o mover máquinas.

Los termistores pueden ser muy pequeños, tanto como una tableta de aspirina. Pueden ser muy útiles. Como responden a cambios muy pequeños de temperatura se pueden utilizar para la protección de los motores. La protección de estas máquinas es muy importante en la industria de refrigeración y aire acondicionado, porque los motores representan la espina dorsal de los sistemas de calefacción y enfriamiento. Los motores mueven los refrigerantes, el aire y el agua. También constituyen la parte más costosa del sistema. Esto es especialmente cierto con respecto al motor del compresor.

Los motores se fabrican, usualmente, de acero y cobre. Se deben proteger contra sobrecargas. Las sobrecargas llevan al calentamiento y el calentamiento conduce a los daños en los motores. Todos ellos desarrollan calor cuando trabajan. Así que todos los motores deben librarse de este calor o descubrirlo antes de que haya daños. Usualmente esto se logra con un dispositivo bimetálico o un termistor. Estos dispositivos se pueden montar en el exterior del motor, en la caja de terminales o en los devanados de los motores. En general, se instalan en los devanados. El termistor se controla mediante un monitor electrónico. Cuando la temperatura alcanza un nivel peligroso, el monitor interrumpe el circuito. Esto abre los contactos y detiene al compresor.

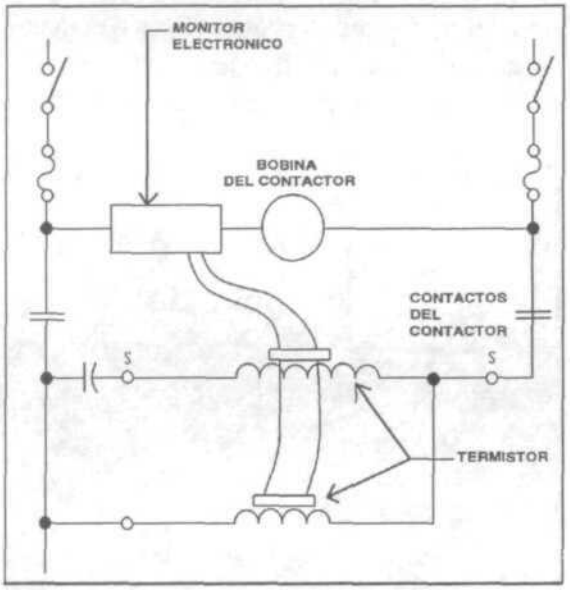


Figura 50-11. Termistor en un circuito de motor de compresor.

Por supuesto, en lecciones anteriores usted aprendió que los relevadores de arranque, los relevadores de estado sólido, los fusibles y los cortacircuitos protegen a los motores. Esta protección también es un tipo de control. Usted debe poder controlar el sistema cuando algo anda mal en él. Este control debe entrar rápidamente en acción en el caso de los motores, porque en sólo cinco minutos se puede quemar un motor. Estas máquinas son costosas. Le cuestan dinero a usted y a sus clientes si no se protegen adecuadamente.

Por lo tanto, todos los dispositivos que se usan para la protección de los motores también son importantes en el control de los mismos.

Controladores de presión

Hasta aquí, usted ha aprendido todo lo relacionado con los controles de temperatura. ¿Qué otras clases de controladores se utilizan en la industria? Bueno, la temperatura es ciertamente una de las condiciones más importantes que se deben controlar. La otra es la presión. Los dispositivos sensores de presión y los de control de la misma normalmente se usan para medir y controlar la presión del refrigerante, el aire, el gas o el agua. El control de presión puede detectar una diferencia de presión. Está diseñado para abrir o cerrar un juego de contactos en respuesta a lo que percibe. En la Figura 50-12 se muestra un circuito eléctrico de un compresor para refrigeración. El control de alta presión posee un contacto normalmente cerrado que se abrirá con un aumento en la presión.

Los controles de presión generalmente contienen un fuelle, un diafragma o un tubo de Bourdon para producir movimiento. Se pueden usar en los interruptores o las válvulas. Cuando se utilizan en un interruptor, el dispositivo movible está unido a los contactos eléctricos. Cuando se emplean en una válvula, se montan directamente en ella. Los contactos eléctricos cierran o abren un circuito, mientras la acción de apertura o cierre de la válvula controla el flujo del fluido.

Ejercicio de **Autoevaluación**

Escriba en tos espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Los controles_____se activan por medio de presión o temperatura y desarrollan funcioneseléctricas.

2. El dispositivo más común que se utiliza en los termostatos para percibir un cambio de temperatura es la tira_____.

3. El anticipador de_____se diseña para conectar el acondicionador de aire central con una pequeña anticipación para compensar el aire caliente que se ha desarrollado en el sistema de duelos en ciclo de reposo.

4. Los_____de ambiente se fabrican para controlar la temperatura en una amplia escala.

5. Eltermistores un dispositivo_____de estado sólido conocido como semiconductor.

Respuestas

1. electromecánicos 2. bimetálica 3. frío 4. termostatos 5. electrónico.

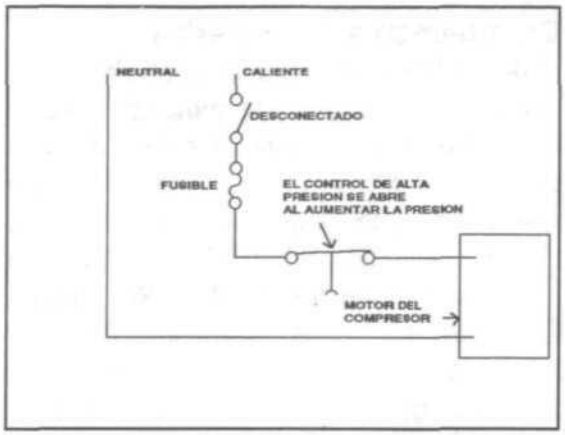


Figura 50-12. Circuito de un compresor de refrigeración con control de alta presión.

Los dos tipos de controles de presión son los de baja y alta presión. Algunos son ajustables y otros son fijos. Los controles de presión alta y baja se pueden construir dentro de un alojamiento. Cuando éste es el caso, la unidad se conoce como control de presión doble. Los controles de presión alta y baja se pueden ajustar para detener un motor o abrir un circuito cuando las presiones alcanzan el punto de ajuste. El punto en que el control abre el circuito eléctrico recibe el nombre de punto de corte. Cuando el circuito se cierra mediante los controles, se conoce como punto de entrada. La diferencia en los dos ajustes tiene por nombre la diferencial. Los controles se pueden ajustar manualmente o pueden poseer un restablecimiento automático.

El control de alta presión está conectado al lado de alta del sistema de refrigeración. Detiene el compresor cuando la presión de descarga adquiere un valor más alto que el ajuste del control. Se pueden producir presiones altas por la falta de enfriamiento de un condensador, por aire en las líneas o por exceso de refrigerante.

Los controles de baja presión se conectan al lado de baja del compresor. Ponen fuera de operación al compresor si la presión del lado de baja desciende más allá del nivel de ajuste. Los controles de baja presión impiden que la temperatura de los serpentines del evaporador baje a un valor menor que la temperatura en que se pueda formar la congelación. Esto impide el sobrecalentamiento del compresor por escasez de refrigerante. Algunas veces se usan los controles de baja presión como controles de descongelación.

En la Figura 50-13 se ilustran las conexiones del control de presión. Frecuentemente se usan juntos los controles de presión alta y baja en la unidad. Si comparten el mismo alojamiento, se conocen como controles de presión doble. Usualmente, los controles de presión doble interrumpen los circuitos de control. Esto permite que el control abra el contacto y detenga el compresor. Este método se prefiere para interrumpir la alimentación principal de corriente al compresor.

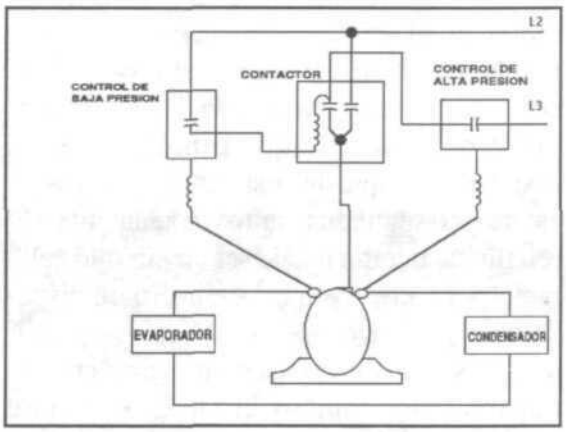


Figura 50-13. Conexiones de control de alta y baja presión.

Otro tipo de control de presión es el control de presión del aceite. Este control se usa para asegurarse de que el compresor tenga presión de aceite mientras trabaja. Este es un control diferencial de presión. Es decir, en realidad mide una diferencia de presión para indicar que existe una presión positiva de aceite. El interruptor de seguridad del aceite mide la diferencia entre la presión de succión y la presión producida mediante la bomba de aceite. Entonces, la presión total del aceite es la combinación de la presión del cárter y la presión generada por la bomba de

aceite. La presión neta de aceite que hace circular este lubricante es la diferencia entre la presión total del aceite y la presión del refrigerante en el cárter.

Presión total del aceite - presión del refrigerante = presión neta del aceite.

El control mide esa diferencia. La línea de presión del aceite se conecta a la línea de conexión de presión marcada "Oil" (Aceite) y la línea del cárter a la conexión de presión marcada Low (Bajo). En la Figura 50-13 se ilustra el diagrama típico del alambrado para el control de seguridad del aceite. Como el control necesita una diferencia de presión para permitir que pase la corriente al compresor, debe contar con alguna manera de permitir poner en marcha el compresor. Es decir, no existe diferencial de presión hasta que el motor comienza a girar. Recuerde que la bomba de aceite está unida al cigüeñal del compresor. Existe un retardo de tiempo integrado en el control que permite poner en marcha el compresor. Este retardo de tiempo es de 90 segundos, aproximadamente. El retardo de tiempo puede ser un circuito calefactor y un elemento bimetálico o un dispositivo electrónico. Asegúrese de comprobar todas las instrucciones del fabricante cuando trabaje en un compresor que tenga un control de seguridad de aceite. Existen muchos modelos diferentes.

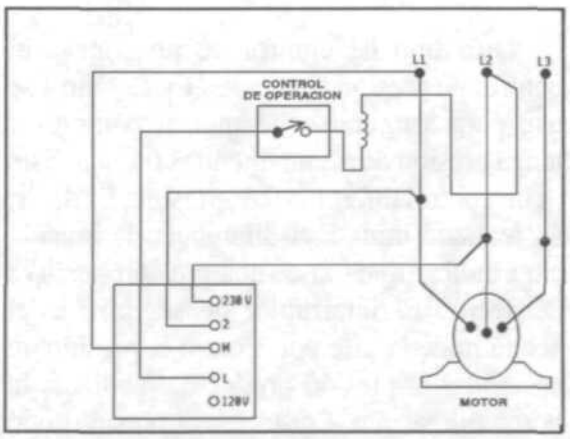


Figura 50-14. Diagrama de alambrado del control de presión de aceite.

Controladores de humedad

Otra condición que se debe controlar en las casas de sus cuentes es la humedad relativa. En otoño y en invierno, las viviendas se encontrarán secas porque el aire se calienta y se dilata. Esto extiende la humedad en el aire. La cantidad de humedad en el aire se conoce como humedad relativa. Sus clientes necesitan cierta humedad en el aire para tener confort durante los meses de invierno. La adición de humedad al sistema se lleva a cabo instalando un humidificador en el mismo.

El humidificador se controla mediante un humidistato. Este controla el motor y otros elementos del humidificador. El humidistato posee un elemento sensible a la humedad. Se fabrica con un cabello o un hilo de nylon enrollado alrededor de un carrete. El cabello o el nylon se contrae o se dilata dependiendo de la cantidad de humedad del aire. El aire seco hace que se encoja el elemento. Este activa un interruptor de acción rápida y pone en marcha el humidificador. Entonces, el humidificador regresa la humedad al aire.

Existen muchos tipos de humidificadores. El evaporativo, el infrarrojo, el atomizador y el integrado son sólo unos cuantos de ellos. Los humidificadores evaporativos aplican humedad sobre un disco o una esponja y fuerzan el aire a través de estos elementos. Los humidificadores infrarrojos usan lámparas infrarrojas para evaporar el agua dentro de la corriente de aire. Los humidificadores atomizadores esparcen un rocío. A menudo se usan estos humidificadores en los sistemas de aire forzado. Los humidificadores integrados poseen su propio ventilador y calefactor para forzar el aire en el sistema.

Controladores **de fluido**

Hasta aquí, usted ha podido controlar la temperatura, la presión del refrigerante y la presión del aceite. El control de fluidos incluye el control del aire y del combustible. Veamos primero los controladores de aire.

Controladores de aire. Estos se usan en las bombas de calor para iniciar el ciclo de descongelación. Estos controladores detectan la caída de presión del aire a través del serpentín exterior cuando se descongela el hielo. También se pueden emplear para medir una presión positiva, como en un ducto de aire de sistema central. Cuando esta clase de control detecta un cambio en la presión del aire, puede activar un circuito de alarma.

Otro tipo de controlador de aire es el regulador de presión estática. También es un sensor del tipo de diafragma que mide la presión estática. Se conecta al motor de una compuerta y regula este componente para proporcionar una presión estática constante. Esto se ilustra en la Figura 50-15. Este tipo de controlador también se puede conectar a un control que varíe la entrada de aire a un ventilador. Mantiene un comportamiento constante del ventilador.

Uno de los controladores de aire que más se usan es el interruptor de "vela". Este interruptor percibe el movimiento del aire usando una paleta o vela montada en un brazo. El brazo está unido a un interruptor eléctrico. La función del interruptor es desconectar el humidificador cuando se suspende el suministro de aire. El interruptor usualmente está ubicado en el ducto de retorno de un sistema de aire forzado. También se puede usar para detectar el flujo de aire o la falta de éste a fin de desconectar la calefacción o la refrigeración cuando se necesite un flujo de aire para el sistema.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo el término entre paréntesis que complete las siguientes afirmaciones.

1. El control de alta presión posee un contacto normalmente cerrado que se abrirá con un aumento en la (presión, temperatura).

2. Los controles de baja presión se conectan en el lado de (alta, baja) del compresor.

3. El interruptor de seguridad del aceite mide la diferencia entre la (presión, temperatura) de succión y la presión producida mediante la bomba de aceite.

4. El retardo de tiempo puede ser un circuito calefactor y un elemento bimetálico o un dispositivo (eléctrico, electrónico).

5. La adición de humedad al sistema se realiza instalando un (humidificador, deshidratador) en el mismo.

Respuestas

1. presión 2. baja 3. presión 4. electrónico 5. humidificador

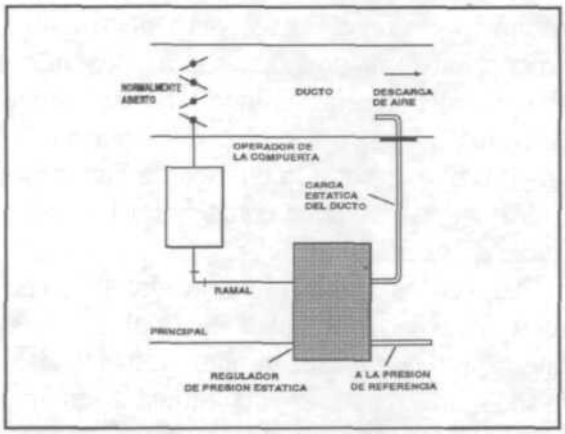


Figura 50-15. Regulador de presión estática.

Los controles de ventilador y soplador también son controladores de aire importantes. Los ventiladores y los sopladores se usan para proporcionar enfriamiento y flujo de aire. Se pueden usar los ventiladores como controles de descarga o de ventilación. Usualmente consisten en una rueda de paletas o una rueda discoidal dentro de un anillo o placa. Proporcionan el movimiento del aire en el sistema y usualmente se impulsan por medio de motores eléctricos. Estos se conocen como ventiladores de hélice. Son relativamente ruidosos, por lo tanto no se pueden usaren todas las aplicaciones.

Un tipo más silencioso de ventilador, que se usa para calefacción y enfriamiento, es el ventilador centrífugo o de jaula de ardilla. Usted ya sabe mucho acerca de este tipo de ventilador. Es un componente importante en un sistema de ductos. Desarrolla más presión de la entrada a la salida. Esto mueve una cantidad mayor de aire contra más presión. Este tipo de ventilador se encuentra en los sistemas de aire forzado.

Los ventiladores y los sopladores controlan el flujo del aire y, a su vez, se controlan por medio de motores, interruptores o relevadores. Nuevamente, todo componente del sistema se controla mediante el control maestro, es decir, el termostato.

Controladores de combustible. El objetivo de los controles de combustible, por ejemplo el gas y el petróleo, es el de hacer seguros y confortables la calefacción y el enfriamiento. En algún momento los controles de gas consistían realmente de varios controles separados. Sin embargo, el mejoramiento de estos controles y los reglamentos de la Asociación Americana de Gas *(American Gas Association),* en los Estados Unidos de América, cambiaron estos controles separados por un solo control de combinación dentro de un alojamiento. Las distintas válvulas, por supuesto, se fabrican en diferentes compañías, pero todas ofrecen las mismas funciones enumeradas a continuación.

- control manual para el arranque y el funcionamiento
- alimentación piloto, ajuste y desconexión de seguridad
- regulación de presión
- válvula solenoide para conectar y desconectar controlada mediante un termostato de ambiente

Las válvulas que se usan para controlar el flujo del gas se pueden operar manualmente o por electricidad. Los tres tipos de válvulas operadas por electricidad son: las válvulas de solenoide, las válvulas de motor de calor de accionamiento directo y las válvulas de diafragma.

Las válvulas de solenoide comúnmente se usan en las unidades de calefacción operadas por gas. La potencia de la válvula procede del flujo magnético de la bobina del solenoide. Cuando el termostato dirige la corriente al solenoide, impulsa una varilla hasta el tope de un tubo y levanta una válvula de disco. Entonces, fluye el gas a través del orificio principal de la válvula.

Cuando el termostato interrumpe la corriente, cae la varilla y desconecta la válvula. La Figura 50-16 ilustra una válvula solenoide típica en las posiciones cerrada y abierta.

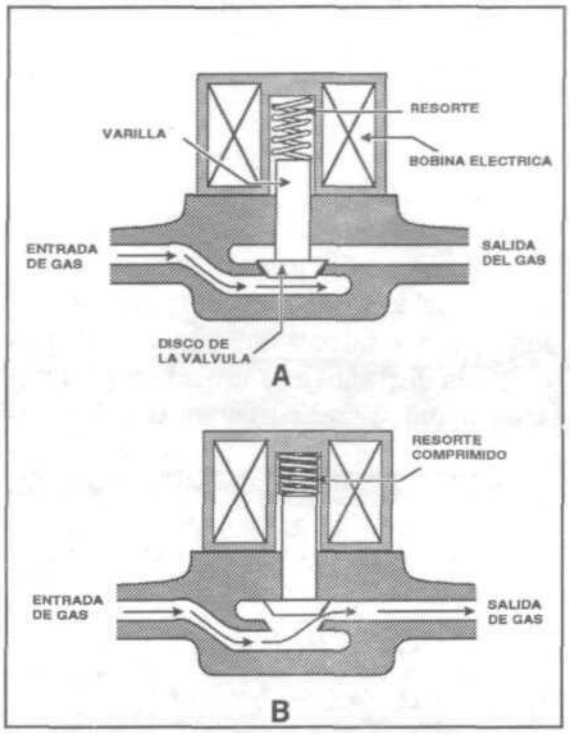


Figura 50-16. Válvula de solenoide para gas en la posición normalmente cerrada *(A)* y la posición abierta *(B)*.

Las válvulas de motor de calor de accionamiento directo dependen de la dilatación y contracción de un elemento de varilla. El calor se genera mediante el flujo de una corriente a través de una bobina devanada alrededor de una varilla de metal. Un extremo de la varilla está fijo y el otro se apoya contra un mecanismo de acción rápida. Un termostato inicia el flujo de corriente en la bobina. La varilla de metal se calienta y se extiende hacia el mecanismo de acción rápida. Cuando se aplica la presión, se dispara el mecanismo y abre la válvula. Cuando se enfría la varilla, el mecanismo regresa rápidamente a la posición anterior y se cierra la válvula.

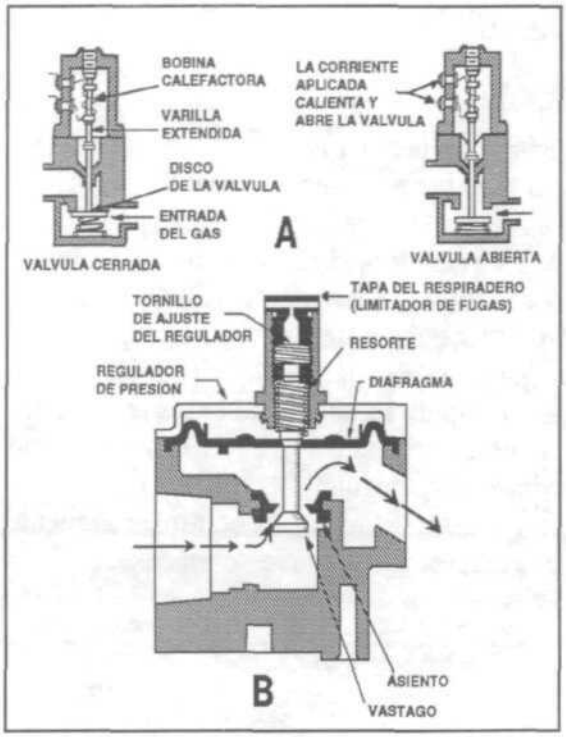


Figura 50-17. Válvula de motor de calor de accionamiento directo *(A)*. Válvula de diafragma *(B)*.

La válvula de diafragma es cualquier válvula que contenga un diafragma. Este tipo de válvula responde a los cambios de presión. Percibe todas las modificaciones en la presión del gas y ajusta el flujo de aquél. La presión de la salida del gas actúa contra el diafragma y un resorte. Consulte la Figura 50-17 (B). Usted puede ver que si la presión es demasiado pequeña como para vencer la fuerza del resorte, entonces, la esfera se separará del asiento. Si la presión es suficientemente alta como para vencer al resorte, la esfera se empuja hacia el asiento reduciendo la abertura. Se entiende que con esto se limita el flujo del gas. Cuando la presión es igual a la fuerza del resorte, se produce un flujo constante.

Junto con los termostatos, los termopares, los interruptores de encendido y de presión, estas válvulas proporcionan un sistema de gas y petróleo que es seguro y eficiente. Por supuesto, el termostato es el "control maestro" acostumbrado del sistema.

Resumen

En esta lección ha conocido usted la importanda que tienen los controles de un sistema para producir temperaturas confortables para sus cuentes. Sabrá las funciones principales de estos controles: mantener una condición, por ejemplo la temperatura; reducir trabajo humano; conservar la energía y proporcionar seguridad en la operación del equipo.

También ha estudiado todos los componentes de un sistema de control: una variable controlada, un controlador, un disposiüvo controlado, un agente de control, una fuente de energía, y una planta de proceso.

Conoce igualmente que existen tres tipos de controles: eléctricos, mecánicos y electromecánicos, y la naturaleza de cada uno de ellos Los eléctricos son unidades que se operan eléctricamente y que controlan unidades electricas. Los mecánicos operan por presión o temperatura para controlar el flujo de un fluido.Los electromecánicos actúan por medio de presión o temperatura y desempeñan funciones eléctncas.

Ha aprendido asimismo que un controlador es un dispositivo que detecta un cambio en la variable controlada; por ejemplo, la temperatura o la presión, y que envía una señal a undispositivo controlado para corregir el cambio. El termostato es uno de estos

Ejercicio de Autoevaluación

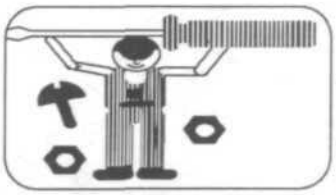
Encierre en un círculo la letra V si *considera verdadera la afirmación, o la letra* F *si la considera falsa.*

1. Los controladores de aire se usan en las bombas de calor para iniciar el ciclo de descongelación.	F	V
2. Uno de los controladores de aire que menos se usan es el interruptor de "vela".	F	V
3. Un tipo de ventilador más silencioso que se usa en la calefacción y el enfriamiento es el ventilador centrífugo o de jaula de ardilla.	F	V
4. Las válvulas de solenoidecomúnmentese usan en las unidades de calefacción operadas por petróleo.	F	V
5. La válvula de diafragma responde a los cambios de presión.	F	V

Respuestas

1. V 2. F (Uno de los controladores de aire que más se usan es el interruptor de vela.)
3. V 4. F (Las válvulas de solenoide comúnmente se usan en las unidades de calefacción operadas por gas.) 5. V

controladores. Aprendió, por último, que hay cuatro tipos de controladores: de temperatura, de presión, de humedad y de fluido (aire y combustible). ¡Ya está usted listo para iniciar el estudio de los controles de enfriamiento! ¡Felicidades!



Tareas Prácticas

Identificación física de las partes de un termostato de ambiente

Materiales que usted necesitará

- Un termostato de ambiente destapado
- El diagrama de esta tarea
- Papel y lápiz

Información previa

El más conocido de los termostatos es, generalmente, el llamado tipo de bimetal. Lo integra una espiral (constituida por dos metales de distinto coeficiente de dilatación) que se dilata o contrae de acuerdo con las variaciones de la temperatura. Esta espiral acciona el interruptor, que va acoplado a uno de sus extremos. Muchos de los tipos más modernos van provistos de un termómetro que señala la temperatura alcanzada.

Estos termostatos llevan un dispositivo para poder regular a mano la temperatura a que se deben accionar, de acuerdo con el ajuste de fábrica. Debe tenerse en cuenta que cualquier regulación ha de efectuarse después de varias horas de funcionamiento, con objeto de que el interruptor pueda absorber la temperatura de la cámara o nevera.

Existen otros modelos de termostato de bimetal en los que puede regularse la diferencia de temperatura de parada a puesta en marcha por medio de un tornillo regulador adecuado. Cuando éste se desatornilla aumenta la diferencia de temperatura.

Hay también termostatos de ambiente con bulbo. Su mecanismo es similar a los ya descritos para este servicio. Este tipo de termostato se monta fuera del lugar cuya temperatura se desee controlar, y donde la caja esté por lo menos de 2 a 3 °C más alta que el bulbo. Este se fija en la pared de la cámara por medio de un soporte, procurando que el tubo capilar no pase por ningún lugar cuya temperatura sea más baja que la del punto donde se fijó el bulbo.

Lo que usted deberá hacer

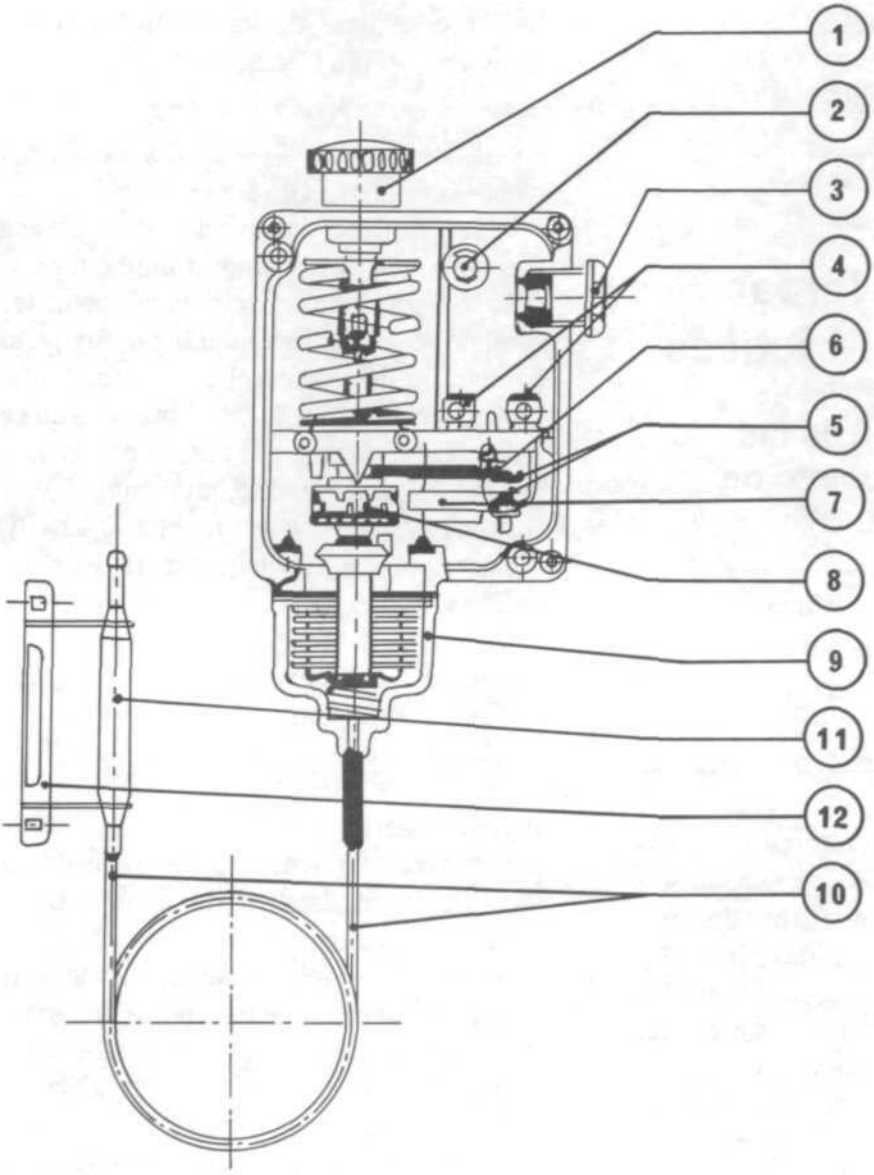
Identificará las partes de un termostato de ambiente.

Procedimiento

1. Estudie detenidamente el diagrama de partes de un termostato de ambiente que contiene esta tarea práctica.
2. Consiga en algún taller de servicio, un termostato de ambiente que ya no sirva.
3. Quite la tapa frontal del termostato, valiéndose para ello de la herramienta adecuada.
4. Estudie y analice cada una de sus partes internas, guiándose por el diagrama de partes que contiene esta tarea.
5. Identifique cada una de las partes del termostato de ambiente haciendo una lista de ellas.

Conclusiones

El adecuado conocimiento de las partes que conforman un instrumento de control de refrigeración o aire acondicionado nos permitirá comprender mejor su funcionamiento y, consecuentemente, localizar sus fallas más rápidamente. Ahorrará usted con ello tiempo y dinero.



1. Mando de ajuste.
2. Terminal de conexión.
3. Entrada del conductor eléctrico.
4. Terminales de conexión eléctricas.
5. Contactos.
6. Armadura de hierro.
7. Imán permanente.
8. Ajuste de diferencial para fijar la temperatura de puesta en marcha.
9. Caja del fuelle.
10. Tubo capilar.
11. Bulbo.
12. Soporte del bulbo.

-Y después, ¿qué sigue?

¿Cuándo debe funcionar el ventilador interno? ¿Cuándo entran enjuego los controles de seguridad? ¿Qué es el motor de CDP? ¿Qué es el dispositivo de CPT? ¿Por qué no se usan celdas de cadmio en los hornos a gas? ¿Cuáles son los tipos principales de controles reductores de presión en la industria de REAC? ¿Qué es el ciclo básico de refrigeración?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. Los controles que mantienen las condiciones de confort, reducen el trabajo humano y conservan la energía, se conocen como controles de

a. confort.
b. arranque.
c. operación.
d. paro.

2. La mayoría de los sistemas automáticos de control están alimentados por

a. electricidad.
b. gas.
c. diesel.
d. gasolina.

3. El controlador que sirve para controlar la temperatura de un espacio o producto recibe el nombre de

a. presostato.
b. manómetro.
c. vacuómetro.
d. termostato.

4. El anticipador de calor está diseñado para impedir que la temperatura de una casa sobrepase la temperatura deseada cuando se usa el sistema de

a. refrigeración.
b. calefacción.
c. enfriamiento.
d. humidifación.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L450

5. Los termostatos de ambiente se fabrican para controlar la temperatura en una

a. amplia escala.
b. escala reducida.
c. escala única.
d. escala múltiple.

6. El termistor es un dispositivo sensor de

a. presión.
b. volumen.
c. temperatura.
d. flujo.

7. El termistor usualmente se instala en

a. la cabeza del compresor.
b. el devanado del motor eléctrico.
c. el interior del secador.
d. la parte superior del dispositivo de control de flujo.

8. El punto en que el control de presión abre el circuito eléctrico del sistema, recibe el nombre de

a. punto de equilibrio.
b. punto muerto.
c. punto neutro.
d. punto de corte.

9. Los humidificadores infrarrojos usan lámparas infrarrojas para evaporar el agua dentro de la corriente de

a. gas.
b. aire.
c. agua.
d. refrigerante.

10. Las válvulas de solenoide comúnmente se usan en las unidades de calefacción operadas por

a. gas.
b. petróleo.
c. electricidad.
d. gasolina.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

SISTEMAS DE Refrigeración YAIR ACONDICIONADO

CONTENIDO

Introducción....3

1. Definiciones y descripciones....3
2. Controles para enfriamiento....3
3. Controles electrónicos....6
4. Controles para refrigeración....8
5. Resumen....13
6. Tareas prácticas....13
7. Examen..., ...15

Controles de enfriamiento

L451 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Controles para enfriamiento, 3

Controles electrónicos, 6

Controles para refrigeración, 8
El ciclo básico de refrigeración, **11**

Resumen, 13

Tareas prácticas.-
Conocimiento físico de un relevador (relay) de arranque, **13**

Examen, 15

Introducción

En la lección anterior se hizo un estudio detallado de los dispositivos de control empleados en la industria de la calefacción y la refrigeración. En esta lección, corresponde analizar específicamente los controles para la refrigeración.

Haremos mención de los controles electrónicos, que tanta aplicación tienen hoy en día en la industria para la cual se está usted preparando. Se hará un repaso de los diferentes dispositivos de control de flujo que se emplean en la refrigeración. Aunque ya fueron analizados en una de las lecciones anteriores, es importante tener bien claro su adecuada forma de operación.

Finalmente se hará un repaso del Ciclo Básico de Refrigeración, lo cual le permitirá ver de manera más clara dicho proceso.

Estudie cuidadosamente su lección para obtener el mayor provecho de ella, pero si hay algo que no logra comprender totalmente, repase usted el concepto cuantas veces sea necesario para alcanzar el objetivo planteado. Al concluir esta lección, contará con información más completa que le permitirá cumplir mejor con su labor.

Definiciones y descripciones

AIRE FORZADO *(forced-air).* Circulación forzada del aire a través de un ventilador.

BOBINA *(winding).* Un devanado de conductor en forma helicoidal o espiral, el cual crea un fuerte campo magnético al paso de la corriente.

CAPACITOR *(capacitor).* Dos conductores o electrodos en forma de placas separadas entre sí por un dieléctrico (aislante).

CONEXIÓN EN DERIVACIÓN *(shunt connection).* Una parte conectada en paralelo con otra.

PAR MOTOR *(torque).* Fuerza de giro o torsión.

RELEVADOR *(relay).* Un interruptor operado eléctricamente. Generalmente, el circuito de control del interruptor usa un bajo voltaje mientras que el interruptor cierra o abre la línea del circuito. Sin embargo, en algunos momentos, el circuito de control y el de carga están al mismo voltaje.

SERPENTÍN *(coil).* Conjunto de bobinas para transmisión de calor que se usa para calentar aire inducido o forzado a través de él por un ventilador. Puede ser usado como evaporador o condensador.

SOBRECARGA *(overload).* Carga mayor que aquella para la cual un sistema o mecanismo fue diseñado.

VACIO *(vacuum).* Reducción de presión por debajo de la presión atmosférica.

Controles para enfriamiento

En el transcurso de estas lecciones usted ha aprendido todo lo relacionado con los controles que se usan en muchos tipos de sistemas. Sabe que en todos ellos el termostato es el control maestro. Sea que el sistema esté diseñado para operar como calefacción o como enfriamiento, usualmente sólo funciona cuando el termostato detecta un cambio en el espacio acondicionado. El termostato será, por consiguiente, una parte de cada uno de los sistemas que estudie de aquí en adelante. Primero, consideremos un sistema de enfriamiento.

Los controles para mantener confortable un espacio acondicionado durante los meses de verano incluyen tres componentes. El ventilador interno, el compresor y el ventilador externo son las partes del sistema que se deben controlar para obtener comodidad. Estos componentes se deben operar en el orden correcto. Deben arrancar y detenerse automáticamente en los momentos precisos. Veamos un orden normal de operación de uno de estos componentes.

El ventilador interno debe funcionar cuando trabaje el compresor.

El ventilador externo debe trabajar cuando funcione el compresor, en la mayoría de los casos.

El ventilador interior puede funcionar continuamente, y el compresor y el ventilador externo pueden trabajar en ciclos de marcha y reposo. Esto se logra con un interruptor de operación continua en el termostato.

Recuerde que los controles en el sistema de enfriamiento se han instalado para proporcionar una operación segura. Algunos controles no consumen energía, sino que se la pasan a otro dispositivo del sistema. El termostato de una habitación detecta y controla la temperatura en ese espacio. No consume energía, sino que la deja pasar hacia otros dispositivos. Cuando percibe un cambio de temperatura, pone en movimiento el sistema. El relevador pone en marcha el ventilador interno. El relevador recibe su energía del termostato. Este último envía la corriente al relevador. Esta corriente cierra los contactos y pone en marcha el ventilador.

Por lo tanto, los contactos del compresor ponen en operación esta máquina y el ventilador externo. Estos dos elementos usualmente están conectados en paralelo. Cuando la bobina del interruptor recibe la corriente, cierra los contactos y hace arrancar el compresor y el motor del ventilador externo. En la Figura 51-1, verá que el compresor y el ventilador externo están conectados en paralelo.

Los circuitos de arranque y operación del compresor no son controles verdaderos. Sin embargo se pueden tratar como tales, porque forman parte del sistema de arranque. Este sistema en el compresor comienza con una corriente para un relevador de potencial de arranque que activa los capacitores de arranque y marcha. Esta transmisión de corriente pone en marcha el motor.

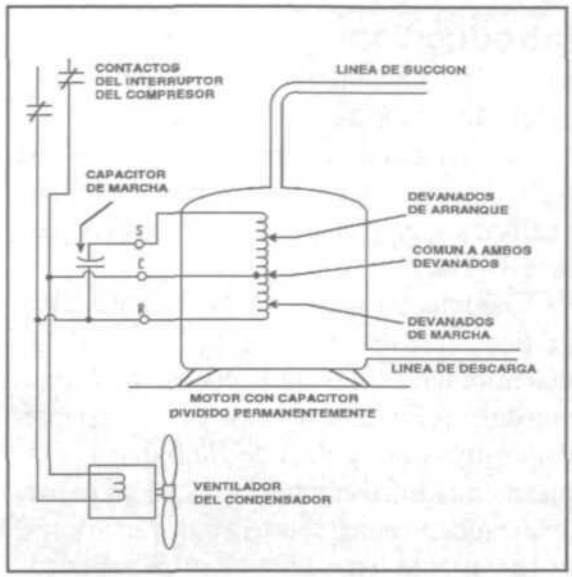


Figura 51-1. Alambrado del compresor y el ventilador exterior.

En este momento entran en juego los controles de seguridad. Los controles de alta y baja presión detectan cuándo la presión es demasiado alta o demasiado baja, y pueden desconectar el sistema. El control de alta presión detiene al compresor cuando existe una presión alta. Por ejemplo, esto puede suceder cuando no funciona un ventilador que deba estar trabajando. Sin este control, el compresor no sabría que el ventilador se ha detenido. El compresor continuaría bombeando refrigerante al condensador.

La protección interna se mantiene por medio del control de baja presión. Este control hace que el compresor deje de aplicar la presión de succión por debajo de un punto determinado. Ello impide que el sistema produzca un vacío cuando pierda su carga refrigerante. También proporciona protección contra la congelación. Los controles de protección se activan rápidamente en este momento. Se conocen como controles de sobrecarga. Si el motor recibe una oleada de corriente por encima del valor nominal del ajuste, el relevador de sobrecarga abrirá entonces el circuito y detendrá el compresor. Esto protege al valioso compresor contra daños por corriente o calor.

Mientras que algunos sistemas de protección contra sobrecargas son sensibles al calor, otros son sensibles a la corriente. Los protectores sensibles a la corriente evitan daños al motor si se produce un cortocircuito en éste. Algunos tipos cuentan con un controlador de tiempo, de manera que el protector pueda conectar nuevamente el compresor a la línea después de una interrupción.

En algunos de los equipos más modernos se usa un motor con CDP (capacitor dividido permanentemente) con un dispositivo de CPT (coeficiente positivo de temperatura). El motor posee un capacitor de marcha y recibe una ayuda para el arranque por medio del CPT. Este último dispositivo no cuenta con piezas movibles como sucede con un relevador de arranque. Conecta en derivación la terminal de arranque con la terminal de marcha para poner en operación al motor. El motor de CDP tiene muy poco par de arranque, y el dispositivo de CPT proporciona un refuerzo al motor para su puesta en marcha.

No obstante, la mayoría de los controles de protección modernos protegen los dispositivos contra el calor. En otras palabras, son sensibles al calor. Los controles de seguridad de los devanados del motor sienten la temperatura de los embobinados. Los termostatos de los devanados de los motores, por ejemplo, están diseñados para desconectar del circuito al compresor si la temperatura se eleva demasiado.

Solamente con el propósito de comparar, consulte la Figura 51-2. Ofrece una lista de los controles que se emplean en un sistema de enfriamiento. Fíjese en que una columna de dicha lista es para el equipo más antiguo que se usa actualmente y la otra es para los sistemas más modernos que se están fabricando hoy en día.

Ahora, repasemos juntos todo lo que usted acaba de leer acerca de los sistemas de enfriamiento. En uno de estos sistemas se debe acondicionar el aire para proporcionar comodidad a sus clientes. Por supuesto, una forma de acondicionamiento de aire consiste en utilizar un ventilador para mover el aire sobre el equipo de acondicionamiento. Usualmente, este equipo es un serpentín de enfriamiento. Este sistema se conoce como de aire forzado porque se emplea un ventilador para mover el aire. El aire de la habitación entra en el sistema, se acondiciona y se devuelve al cuarto. El aire fresco penetra en la estructura a través de las entradas de aire o por las puertas y ventanas. El propósito de este sistema es entregar la cantidad correcta de aire acondicionado al espacio que se desea acondicionar.

EQUIPO MÁS ANTIGUO	EQUIPO MÁS RECIENTE
Termostato de ambiente	Termostato de ambiente
Relevador del ventilador	Relevador del ventilador
Interruptor del compresor	Interruptor del compresor
Termostato del devanado (posible)	Termostato del devanado
Capacitor de marcha	Capacitor de marcha
Válvula de seguridad interna (posible)	Válvula de seguridad interna
Control de baja presión	Sin protección por carga
Control de alta presión	Termostato del devanado
Protección contra cortocircuitos	Termostato del devanado
Protección contra sobrecarga (usualmente dos)	Termostato del devanado
Calefactor del cárter	A través del capacitor

Figura 51-2. Controles utilizados en los equipos de enfriamiento más antiguos y más recientes.

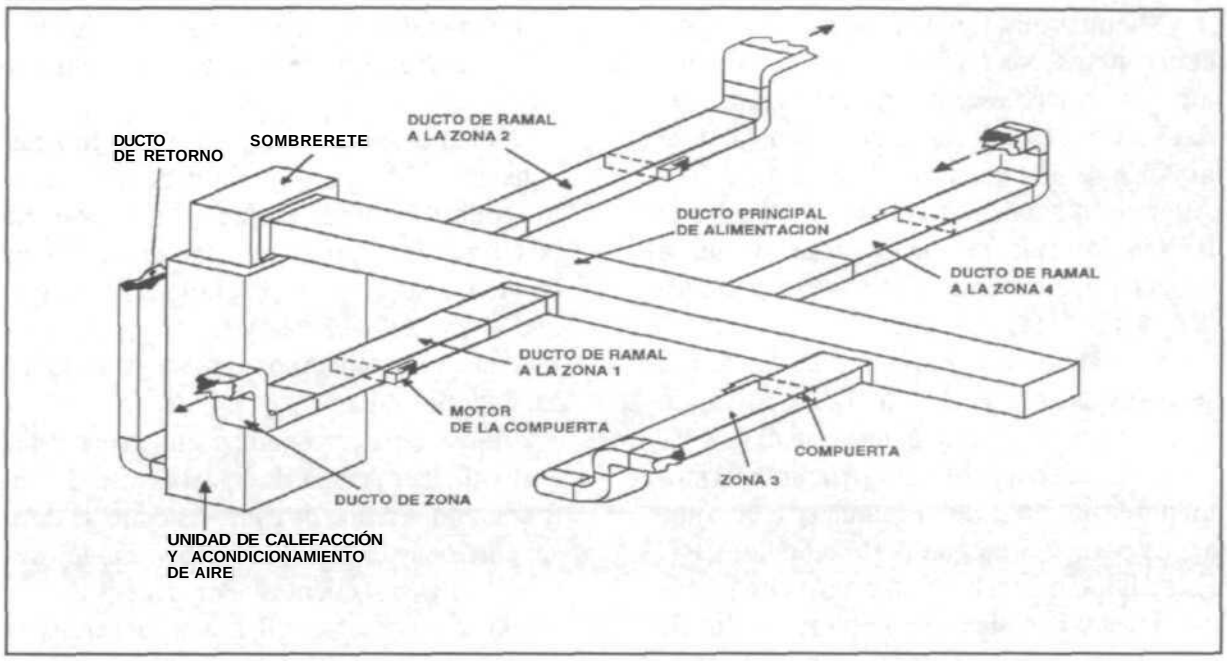


Figura 51-3. Sistema de aire forzado.

Este tipo de sistema consta de un soplador o ventilador, el sistema de alimentación de aire, el sistema de retorno del aire, la unidad de enfriamiento y las compuertas. El ventilador proporciona la presión para forzar el aire dentro del sistema de ductos y a través de las compuertas hasta la habitación. Esto se ilustra en la Figura 51-3.

Los hornos centrales de aire forzado también emplean ductos para distribuir el aire caliente a las habitaciones. Los calefactores centrales, como las unidades de enfriamiento que hemos explicado, generalmente se controlan mediante un termostato. El ventilador hace pasar el aire sobre los elementos calefactores o por la cámara de combustión, hacia los ductos y finalmente a través de las compuertas hasta la habitación. Pero no nos alejemos del tema.

Controles electrónicos

Cada día se están usando más los controles electrónicos en la industria de la calefacción y la refrigeración. El control de la operación y la seguridad son sus funciones principales, pero también permiten obtener la eficiencia en el uso de la energía. Examinemos la aplicación de estos controles en la industria.

En el horno a gas, los controles electrónicos están cambiando el piloto fijo por un piloto intermitente. El encendido electrónico apaga la ligera flama piloto cuando se apaga el horno.

Junto con el ahorro de energía que se logra con estos controles, se obtiene la peculiaridad del entrelazamiento. Es decir, se pueden agregar fácilmente otros componentes al circuito electrónico. Algunos de estos componentes son los controles para la limpieza y humidificación del aire. Esto se lleva a cabo conectando el componente al ventilador del horno. El componente agregado no funcionará a menos que esté trabajando el ventilador. Esto se conoce como entrelazamiento.

En el horno de petróleo, el control electrónico es la celda de cadmio. Básicamente es la misma que se usa para medir la luz en una cámara fotográfica. La resistencia de la celda se supervisa mediante un circuito electrónico. Cuando no existe una flama para

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Los controles para mantener confortable un espacio acondicionado durante los meses de verano comprenden tres componentes. El ventilador interno, el_____y el ventilador externo.

2. El control de alta presión detiene el compresor cuando existe una presión_____.

3. La mayoría de los controles de protección modernos protegen los dispositivos contra _____.

4. Un sistema de aire forzado emplea un_____para mover el aire.

5. Los calefactores centrales usualmente se controlan mediante un_____.

Respuestas

1. compresor 2. alta 3. el calor 4. ventilador 5. termostato

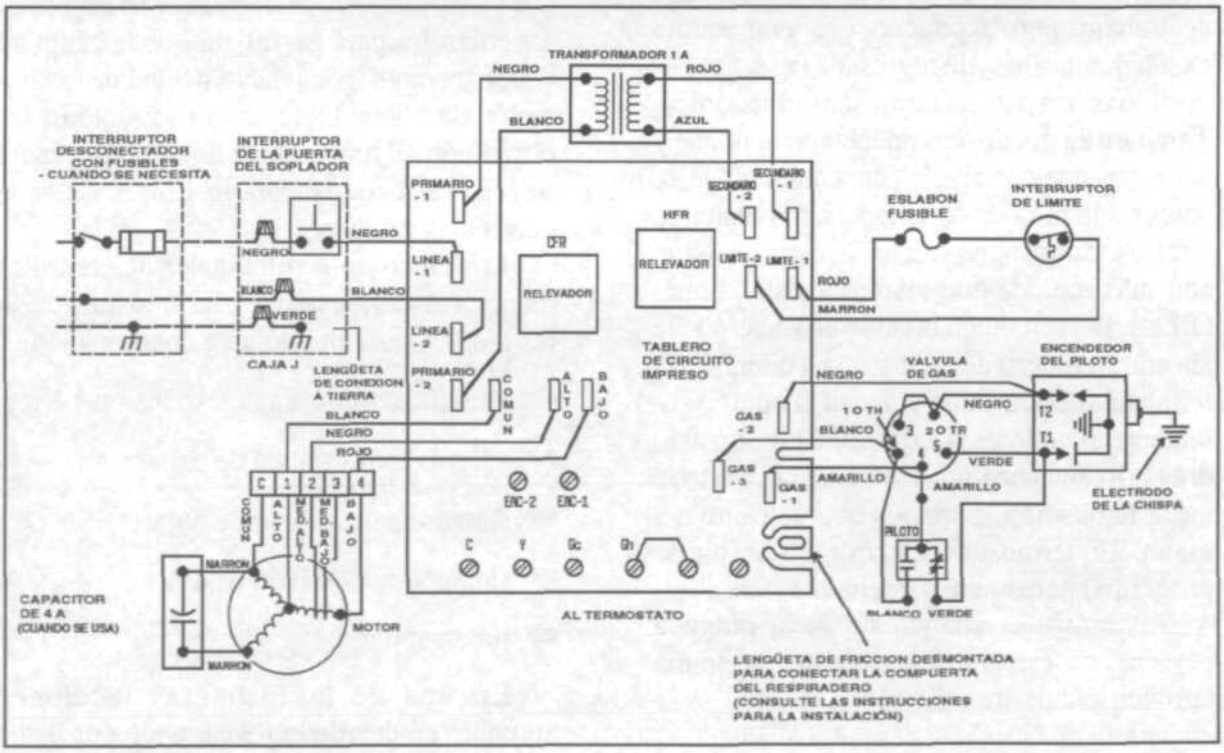


Figura 51-4. Diagrama pictórico de un tablero de circuito electrónico.

encender el petróleo, el circuito electrónico impide que se inyecte el combustible en el quemador. Este es el control primario en el horno que trabaja con petróleo. En los hornos a gas no se usan celdas de cadmio por la calidad de la luz. El horno de petróleo enciende con una flama amarilla y el de gas lo hace con una flama azul. La celda de cadmio no reacciona bien al color azul.

El tablero de control electrónico se usa en cierto equipo de acondicionamiento de aire para la protección eléctrica. Los controles electrónicos pueden supervisar el voltaje. Pueden medir la corriente que toma el compresor. Los controles electrónicos también se pueden usar para evitar cortocircuitos en una unidad.

Se están usando termostatos electrónicos por razones de economía y de control total por parte del usuario. Se pueden programar para detener y hacer arrancar el equipo de calefacción y refrigeración en muchos momentos diferentes. Por ejemplo, usted desea bajar la temperatura de una habitación mientras se encuentra fuera de ella en su horario de trabajo, pero recuperar esa temperatura exactamente antes de regresar a casa. Esto es posible con el uso del termostato electrónico. También se puede desconectar en la noche y aumentar nuevamente la temperatura un poco antes de la hora de levantarse en la mañana.

Los termostatos electrónicos reaccionan con más rapidez que los termostatos bimetálicos. Poseen muchas características que le ahorrarán dinero a usted y a sus clientes. El termostato electrónico conecta el equipo solamente cuando es necesario. El termostato ordinario mantiene una temperatura constante en la habitación, a menos que se cambie a mano. El termostato electrónico se puede programar para mantener temperaturas mínimas o máximas cuando no haya ninguna persona en cierto espacio. Este programa también puede modificarlo el usuario si se encuentra en casa, o si desea trasnochar.

Controles para refrigeración

Usted ya ha aprendido mucho acerca de los controles en los sistemas de calefacción y refrigeración. Trabajará con diversas unidades de refrigeración en su negocio junto con hornos y bombas de calor. Es importante que aprenda todo lo relacionado con los elementos que controlan el refrigerante en una unidad de refrigeración. Los controles del refrigerante son importantes porque la presión de aquél se debe reducir antes de entrar al serpentín. Cuando se baja la presión disminuye el punto de ebullición. Para que se evapore el refrigerante es necesario un punto de ebullición más bajo.

Como usted sabe, un refrigerante es una sustancia que se puede transformar fácilmente en vapor haciéndola hervir y que después se puede convertir en un líquido al condensarse. Debe ser capaz de efectuar este cambio una y otra vez sin modificar sus características básicas. Por lo tanto, se necesitan algunos controles para asegurarse de que las presiones sean correctas. Se necesitan los controles para garantizar que la cantidad de refrigerante iguale la velocidad de evaporación que tiene lugar en el evaporador. De otro modo, el refrigerante líquido saldría del serpentín antes de evaporarse. Esto ocasionaría daños al compresor.

Los cinco tipos principales de controles reductores de presión en la industria de la refrigeración se enumeran a continuación.

- válvula automática de expansión
- válvula termostática de expansión
- flotadorparaelladodebaja
- flotadorparaelladodealta
- tubo capilar

En una de las primeras lecciones aprendió en detalle lo relacionado con estos controles. Pero esto fue hace mucho tiempo.

Por lo tanto, hagamos un repaso rápido y consideremos cada uno de estos dispositivos.

La válvula automática de expansión trabaja por presión. Está diseñada para mantener una presión constante en el evaporador. Como puede ver en la Figura 51 -5, la presión del evaporador actúa contra el fondo del diafragma. Un resorte ajustable ejerce una presión sobre la parte superior del diafragma. Cuando aumenta la presión del evaporador, vence la presión del resorte. Esto mueve el diafragma hacia arriba y cierra la válvula. Cuando baja la presión del evaporador, la presión del resorte vence a la del evaporador y se abre la válvula.

Las válvulas automáticas de expansión se usan en aplicaciones limitadas. Por ejemplo, se emplean en acondicionadores de aire de tamaño pequeño donde la carga es relativamente constante.

La válvula termostática de expansión trabaja por temperatura y presión. Una aguja y un bulbo controlan el flujo del refrigerante al evaporador. El bulbo es la parte de control de la válvula y está lleno de líquido. El bulbo mueve la aguja para abrir y cerrar la válvula según sea la temperatura del evaporador. Cuando esta temperatura es muy alta, significa que la mayor parte del refrigerante líquido se ha transformado en vapor. El bulbo indica a la aguja que debe dejar entrar más refrigerante. Cuando baja la temperatura del evaporador, quiere decir que hay más refrigerante líquido que vapor y el bulbo ordena a la aguja que cierre la válvula. Si entra demasiado refrigerante líquido en el evaporador, parte del mismo puede no evaporarse antes de llegar al compresor y éste puede resultar dañado.

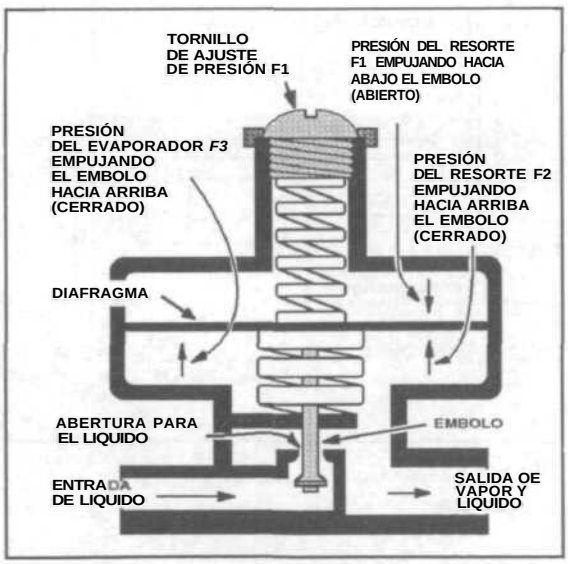


Figura 51-5. Válvula automática de expansión

Hemos dicho que esta válvula trabaja por temperatura y presión. Entonces ¿de dónde llega la presión? Calma, así es como el bulbo sabe cuál es la temperatura en el evaporador. Cuando aumenta la temperatura, ejerce más presión sobre el bulbo. Entonces, éste le indica a la aguja que abra la válvula. Cuando baja la temperatura, aplica menos presión sobre el bulbo, el cual ordena a la aguja que cierre la válvula.

Los controles del flotador reciben este nombre porque el control es el nivel del líquido en la cámara del flotador del sistema. El flotador de baja presión contiene una esfera que se encuentra en el lado de baja del sistema. El flotador del lado de baja es una esfera o charola huecas conectadas a un pivote. Abre y cierra una válvula de aguja. Su función consiste en mantener un nivel fijo de líquido en un evaporador. A medida que se evapora el refrigerante baja el nivel. Al bajar el nivel, desciende el flotador. Con esto se abre la válvula para dejar entrar más refrigerante. Cuando aumenta el nivel del líquido, se eleva el flotador y se cierra la válvula. Consulte la Figura 51-6(A).

El flotador del lado de alta tiene un aspecto similar a la válvula de flotador para el lado de baja. Se diferencia de este último, en que se halla en el lado de alta presión del sistema. Como usted puede ver en la Figura 51-6 (B), al aumentar el nivel del líquido se abre la válvula. Está montada debajo del condensador y deja pasar el líquido refrigerante al evaporador tan rápidamente como se condensa. No obstante, impedirá que pase vapor sin condensar.

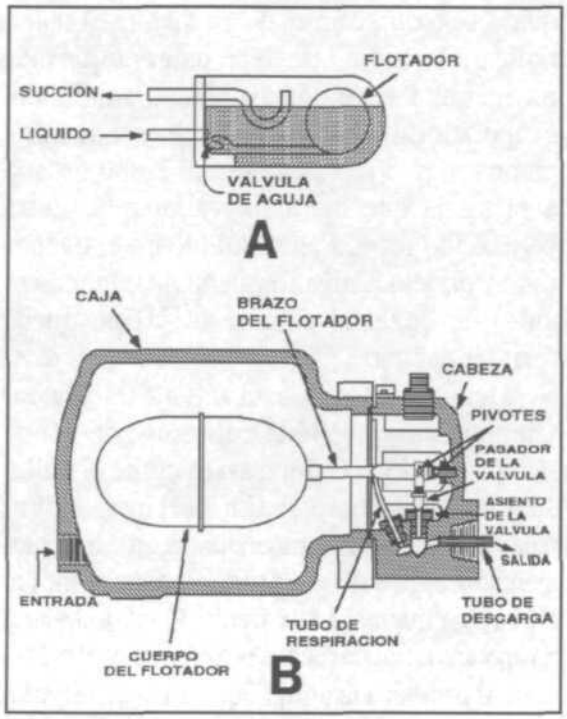


Figura 51-6. Válvula de flotador en el lado de baja (A) y válvula de flotador en el lado de alta *(B).*

Los tubos capilares son el tipo más simple de dispositivo de control de flujo del refrigerante. Su uso está limitado a los sistemas pequeños. El refrigerante fluye a través de este tubo capilar de escaso diámetro hasta el evaporador. No es ajustable, por lo cual no es una verdadera válvula. Actúa como un tubo de agua de pequeño diámetro que retiene agua. Retiene refrigerante líquido para que se pueda desarrollar una presión alta.

Las diferencias de presión entre los lados de alta y baja del sistema hacen fluir el refrigerante. La caída de presión del líquido tiene lugar aproximadamente en los dos primeros tercios del tubo. Es entonces cuando el líquido comienza a evaporarse. Este aumento de volumen del vapor hace bajar la presión en el último tercio del tubo.

Los diámetros de los tubos capilares varían, pero como todos son pequeños, se deben mantener libres de suciedad. Usualmente se instala un filtro o coladera para mantener un flujo constante. Si se tapona un tubo, el evaporador se descongelará, la unidad funcionará continuamente o se disparará el elemento térmico de sobrecarga. El tamaño y la limpieza son importantes para la eficiencia del tubo capilar.

Cuando se detiene el compresor, el refrigerante sigue fluyendo hasta que se equilibran la presiones alta y baja. El compresor se descarga y puede arrancar con un par motor muy bajo. Esto permite el uso de una unidad de compresor de bajo costo y par motor bajo.

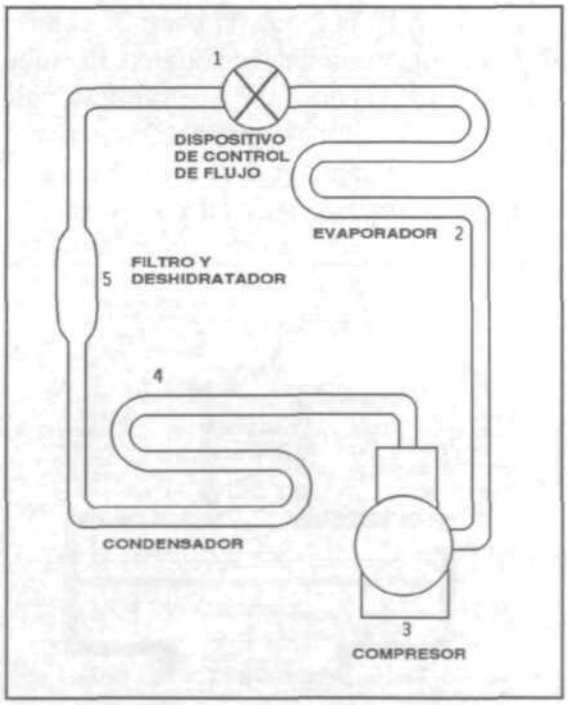


Figura 51-7. Ciclo de refrigeración por compresión.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo el Término entre paréntesis que complete las siguientes afirmaciones.

1. Para un sistema de calefacción en el horno de petróleo, el control electrónico es la celda de (cadmio, vanadio).

2. Los termostatos electrónicos reaccionan con más rapidez que los termostatos (mecánicos, bimetálicos).

3. La válvula automática de expansión trabaja por (presión, temperatura).

4. El flotador de baja presión contiene una esfera que se encuentra en el lado de (alta presión, baja presión).

5. Los tubos capilares son el tipo más simple de dispositivo de control de flujo (refrigerante, de aceite).

Respuestas

1. cadmio 2. bimetálicos 3. presión 4. baja presión 5. refrigerante

El ciclo básico de refrigeración

Ahora que usted sabe todo lo relacionado con los controles que se usan en una unidad de refrigeración, repasemos el ciclo de este fenómeno. El efecto de refrigeración se logra haciendo circular, evaporar y condensar constantemente un suministro de refrigerante dentro de un sistema cerrado. Consultemos la Figura 51-7.

Si comenzamos el ciclo de refrigeración en el evaporador (1), el líquido a baja presión se dilata. Después absorbe calor y se evapora. Esto lo transforma en un vapor a baja presión en (2), cuando sale del evaporador. El compresor (3) bombea este gas y aumenta su presión. El gas a alta presión fluye hacia el condensador (4). En el condensador se extrae parte del calor del gas. Esto lo hace condensarse y se convierte en un líquido caliente a alta presión. Se mueve a través del filtro (5) que atrapa la suciedad y la humedad. Después se mueve hacia el dispositivo de control de flujo y comienza nuevamente el ciclo. Para evaporarse, el líquido debe absorber calor del aire. Cuando se alcanza la temperatura deseada, el termostato parará el compresor.

Este es el ciclo básico de refrigeración. Puede usar cualquiera de los dispositivos de control que explicamos al principio de esta lección. Sin embargo, independientemente del tipo de dispositivo de control de flujo que se use, éste es el ciclo básico de refrigeración. No cambia sólo porque cambie el dispositivo de control de flujo.

El vapor refrigerante se comprime mediante el compresor y se descarga en el condensador.

El vapor refrigerante comprimido se enfría y se condensa transformándose en un líquido en el condensador.

El refrigerante líquido se hace pasar a través del dispositivo de control de flujo al evaporador o serpentín de enfriamiento.

Debido a la presión reducida que existe en el evaporador, tiene lugar la evaporación.

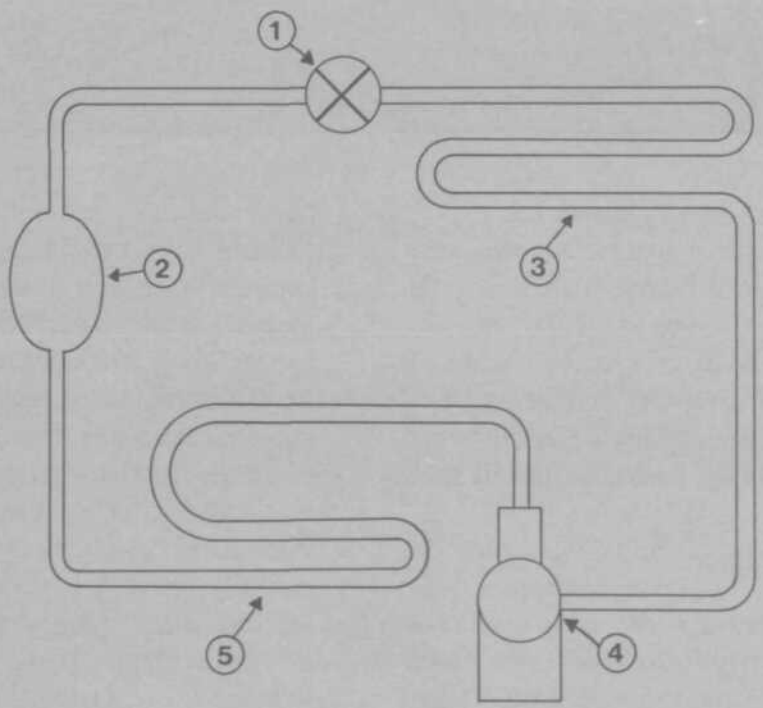
El efecto de refrigeración resulta de la absorción de calor durante la evaporación en los serpentines de enfriamiento.

El vapor se admite en el compresor y se repite el ciclo.

Siempre que trabaje con un equipo de refrigeración, recuerde que algunas partes están muy calientes y pueden causar quemaduras. Otras partes pueden estar muy frías y producir lesiones por congelación. Como profesional en el campo que ha escogido, usted siempre debe ser cuidadoso al trabajar con las unidades de refrigeración.

Ejercicio de Autoevaluación

Identifique las partes del diagrama escribiendo junto a los globos el nombre de la mismas.



Respuestas

1. Dispositivo de control de flujo 2. Secador 3. Evaporador 4. Compresor 5. Condensador

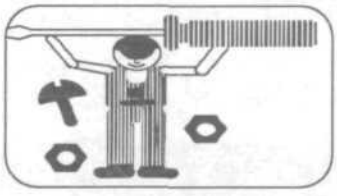
Resumen

Al terminar esta lección, conocerá usted los principales controles que hay en la industria de la refrigeración y el aire acondicionado: los controles para enfriamiento, los controles electrónicos y los controles para refrigeración. Los primeros poseen tres componentes: el ventilador interno, el compresor y el ventilador externo. Estas son las partes del sistema que es preciso controlar para obtener confort. Entre estos controles se destacan los de seguridad, que pueden ser de alta o baja presión. También son denominados controles de sobrecarga.

Los controles electrónicos controlan la operación y la seguridad, pero se destacan por la eficiencia con que utilizan la energía, y por el llamado entrelazamiento, peculiaridad que permite añadir con facilidad otros componentes al circuito. Los termostatos electrónicos pueden programarse para hacer arrancar y detener el equipo de refrigeración en diversos momentos. No mantienen una temperatura constante en una habitación, como el termostato ordinario, sino que pueden programarse para mantener temperaturas mínimas o máximas. Por ejemplo, pueden programarse para encenderse media hora antes de que el usuario se levante, y desconectarse cuando ya esa persona está acostada.

Los controles para refrigeración se basan en la propia naturaleza del refrigerante. Este puede evaporarse fácilmente mediante ebullición, y volver a convertirse en líquido al condensarse, y así una y otra vez sin modificación de sus características básicas. Para esto es necesario tener las presiones apropiadas; es decir, que la cantidad de refrigerante iguale la velocidad de evaporación. En caso contrario el refrigerante líquido saldría del serpentín antes de evaporarse, y estropearía el compresor. A fin de evitar esto, se utilizan cinco tipos principales de controles reductores de presión en la industria de REAC. Usted ya debe saber cuáles son, cómo son y cómo operan.

Conoce usted, por último, que el ciclo básico de refrigeración se establece haciendo circular, evaporar y condensar constantemente un refrigerante dentro de un sistema cerrado. También sabe que este ciclo no cambia porque cambie el dispositivo de control de flujo. ¡Felicidades por su claro avance en el curso!



Tareas Prácticas

Conocimiento físico de un relevador (relay) de arranque

Materiales que usted necesitará

- Un relevador descompuesto
- Pinzas y desarmador
- Papel y lápiz

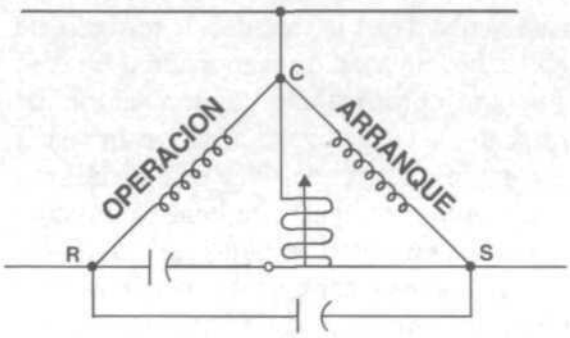
Información previa

Los relevadores son necesarios en muchas situaciones de control o circuitos. Se requieren cuando:

1. Hay una diferencia en el voltaje del aparato de control y del componente que controla.
2. El aparato de control es incapaz de manejar la corriente requerida para la operación correcta del componente controlado.
3. El aparato de control debe regular más de un circuito de control eléctrico.

Un relevador de arranque es esencial en los equipos de arranque de motor, cuando se usan motores monofásicos pequeños. En este caso, el relevador de arranque consiste sobre todo en un conjunto de contactos normal-

mente cerrados, conectados en serie con los devanados de arranque del motor. Cuando se cierra el contacto de control, tanto el devanado de arranque como el devanado de operación se energizan. La bobina del electroimán o relevador está conectada en serie con un devanado auxiliar del motor, de tal modo que, cuando el motor llega a una velo-



cidad predeterminada, se induce suficiente voltaje en el devanado auxiliar para producir flujo de corriente a través de las bobinas. La fuerza o campo magnético atrae la armadura cargada con resorte, la cual abre los contactos del relevador de arranque.

Cuando se abren los contactos de arranque, el devanado de arranque es sacado automáticamente del circuito eléctrico y el motor continúa energizado con el devanado de operación.

Lo que usted deberá hacer

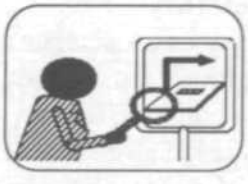
Conocerá físicamente un relevador de arranque.

Procedimiento

1. Localice un taller de reparaciones de equipo de aire acondicionado y refrigeración.
2. Pida al dueño o encargado del taller que le obsequie un relevador de arranque que no sirva, para fines de estudio. Observe de qué parte del motor lo extrae.
3. Al tenerlo en su poder, obsérvelo por el exterior atentamente.
4. Ahora, con cuidado, retire la tapa procurando no lastimar las partes internas.
5. Observe el interior y dibuje un diagrama de lo que haya observado.
6. Obtenga sus propias conclusiones.

Conclusiones

El relevador, como otros equipos eléctricos auxiliares, ayuda ampliamente en el buen funcionamiento de los equipos de aire acondicionado y refrigeración.



... y despues ¿que sigue?

¿Qué es el calor sensible y en qué se diferencia del calor latente? ¿Qué es una temperatura de bulbo húmedo? ¿Qué es la temperatura del punto de rocío? ¿Cuál es la zona de confort en un sistema? ¿Qué es la línea de entalpia y con qué puede usarse?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. En un sistema de aire acondicionado de enfriamiento, el ventilador interno debe funcionar cuando trabaja el

a. condensador.
b. evaporador.
c. dispositivo de control de flujo.
d. compresor.

2. En un sistema de aire acondicionado (enfriamiento), la protección interna se mantiene por medio de un control de

a. alta presión.
b. baja presión.
c. presión.
d. temperatura.

3. La mayoría de los controles de protección modernos protegen los dispositivos contra

a. el calor.
b. la presión.
c. la humedad.
d. la corriente eléctrica.

4. El sistema de aire acondicionado que emplea un ventilador para mover el aire se conoce como

a. lavador de aire.
b. humidificador.
c. aire forzado.
d. tiro natural.

Recorte aquí el talón de respuestas y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de Lección L451

5. La celda de cadmio es un tipo de control electrónico que se emplea en el horno de

a. gas.
b. petróleo
c. electricidad.
d. gasolina.

6. Los termostatos electrónicos reaccionan con mayor rapidez que los termostatos

a. eléctricos.
b. automáticos.
c. mecánicos.
d. bimetálicos.

7. La válvula automática de expansión trabaja por

a. temperatura.
b. carga.
c. presión.
d. electricidad.

8. Los tubos capilares son el tipo más simple de dispositivos de

a. control de flujo.
b. control de temperatura.
c. control de presión.
d. control de energía.

9. La parte del ciclo básico de refrigeración en que se extrae parte del calor al gas es el

a. compresor.
b. dispositivo de control de flujo.
c. condensador.
d. evaporador.

10. La parte del ciclo básico de refrigeración donde el refrigerante extrae calor al aire o producto a enfriar es el

a. compresor.
b. evaporador.
c. dispositivo de control de flujo.
d. condensador.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. Aire y espacio....4
3. Calor sensible y calor latente....6
4. Temperaturas de bulbo húmedo y de bulbo seco....6
5. Aire saturado y no saturado....8
6. Humedad absoluta y humedad relativa....11
7. Presión estática y presión de velocidad....15
8. La carta psicrométrica....16
9. El cuadro completo....19
10. Resumen....22
11. Examen....25

Introducción a la psicrometría

L452 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Aire y espacio, 4

Calor sensible y calor latente, 6

Temperaturas de bulbo húmedo y de bulbo seco, 6

Aire saturado y no saturado, 8
- Temperatura del punto de rocío, **10**

Humedad absoluta y humedad relativa, **11**
- La humedad relativa, 11
- La humedad absoluta, 12
- Otros términos que comprender, 14
  - Aire seco, 14
  - Humidificación, 14
  - Deshumidificación, 15
  - Temperatura efectiva, 15
  - Zona de confort, 15
  - BTU, 15

Presión estática y presión de velocidad, 15

La carta psicrométrica, 16
- Las líneas y escalas de la carta, 16
  - Líneas de la temperatura de bulbo seco, 17
  - Líneas de la temperatura de bulbo húmedo, 17
  - Líneas de la humedad relativa, 17
  - Líneas de la humedad absoluta, 17
  - Líneas de la temperatura del punto de rocío, 17
  - Líneas del volumen específico, 18
  - Líneas de entalpia, 18

El cuadro completo, 19

Resumen, 22

Examen, 25

Introducción

Uno de los campos de mayor importancia dentro de la industria de la refrigeración y el aire acondicionado es precisamente el de la psicrometría. La psicometría se utiliza para decidir cuánto aire acondicionado o calor es necesario en un espacio para mantener a todos confortables. Estudia la relación que hay y que debe haber entre aire y vapor de agua en un espacio. El psicrómetro es un instrumento para medir el vapor de agua en el aire.

El trabajo de aire acondicionado es toda una especialidad dentro del campo de la ingeniería. Sin embargo, un buen técnico de servicio debe contar con los conocimientos necesarios que le permitan dar el tratamiento adecuado a los equipos bajo su cuidado. Entre estos conocimientos necesarios están los conceptos básicos de la psicrometría y la utilización de la carta psicrométrica.

En esta lección se abordan las bases del estudio del aire acondicionado. Hablaremos de lo que significan las temperaturas de bulbo seco y de bulbo húmedo, la humedad absoluta y la humedad relativa, la presión estática y la presión de velocidad, y comenzaremos a analizar la carta psicrométrica. Esta es muy importante en el campo del aire acondicionado.

Estudie su lección cuidadosamente, y lea cada concepto las veces que sean necesarias para tener las cosas completamente claras.

Definiciones y descripciones

AIRE SATURADO *(saturated air).* Una mezcla de aire seco y vapor de agua saturado, ambos a la misma temperatura de bulbo seco.

Figura 52-1. La psicrometría nos ayuda a decidir el grado de enfriamiento o calentamiento que se necesita en un espacio para que todas las personas estén confortables.

AIRE SECO *(dry air).* Aquel que carece de humedad en suspensión.

B.T.U. *(British Thermal Unit).* Unidad inglesa de cantidad de calor. Es el calor necesario para elevar la temperatura de una libra de agua un grado Fahrenheit.

BULBO HÚMEDO *(wet bulb).* Equipo usado para medir la humedad relativa.

BULBO SECO *(dry bulb}.* Instrumento empleado con elementos sensibles que sirve para medir la temperatura del aire ambiente.

CALOR LATENTE *(latent heat).* Calor caracterizado por el cambio de estado de una sustancia, para una presión dada y siempre a una temperatura constante para una sustancia pura.

CALOR SENSIBLE *(sensible heat).* En calefacción y refrigeración, cualquier cantidad de calor que cambia solamente la temperatura de una sustancia.

CARTA PSICROMÉTRICA *(psychrometric chart).* Carta que muestra las relaciones existentes entre la temperatura, la presión y la humedad contenida en el aire.

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA ESPECIFICA *(specific heat conductivity).* La cantidad de calor, en BTU, que

pasa cada hora a través de un pie cuadrado de cualquier material por cada grado de diferencia de temperatura entre los dos lados de una división, se conoce como conductividad térmica específica. Fíjese en que la diferencia entre los dos lados del material es la diferencia en la temperatura que tiene el AIRE en ambos lados. No es la diferencia de temperatura entre ambas superficies del material.

CONFORT *(comfort).* Control simultáneo de todos o de, por lo menos, los tres primeros factores que afectan las condiciones físicas y químicas de la atmósfera, dentro de una estructura, con el propósito de lograr el bienestar humano: temperatura, humedad, movimiento, distribución, polvo, bacterias, olores, gases tóxicos e ionización. Muchos de estos factores afectan la salud y el bienestar de los hombres.

DESHUMIDIFICACION *(dehumidification).* Retirada del vapor de agua contenido en la atmósfera.

ENTALPIA *(enthalpy).* Cantidad total de calor en una libra de sustancia, calculada a partir de una temperatura que se acepta como base. La temperatura de 32°F se acepta como temperatura base para cálculos relativos al vapor de agua. Para cálculos de refrigeración, la temperatura base es -40°F.

GRANO *(grain).* Unidad de peso usada para indicar la cantidad de humedad en el aire. Una libra equivale a 7,000 granos. Un grano pesa 0.0648 gramos.

HUMEDAD ABSOLUTA *(absolute humidity).* Cantidad de humedad en el aire, indicada en granos por pie cúbico.

HUMEDAD RELATIVA *(relative humidity).* Relación entre la cantidad de vapor de agua presente en el aire y la cantidad máxima de vapor de agua que el aire puede contener en condiciones de saturación.

PSICRÓMETRO *(psychrometer).* Elemento para medir la humedad con termómetros de bulbo seco y húmedo. Este es movido rápidamente a través del aire cuando se efectúa la medición.

PUNTO DE ROCIÓ *(dew-point).* Temperatura a la cual el vapor (100% humedad) comienza a condensarse y depositarse como líquido.

TEMPERATURA EFECTIVA *(effective temperature).* Efecto completo en el ser humano de la temperatura, la humedad y el movimiento del aire.

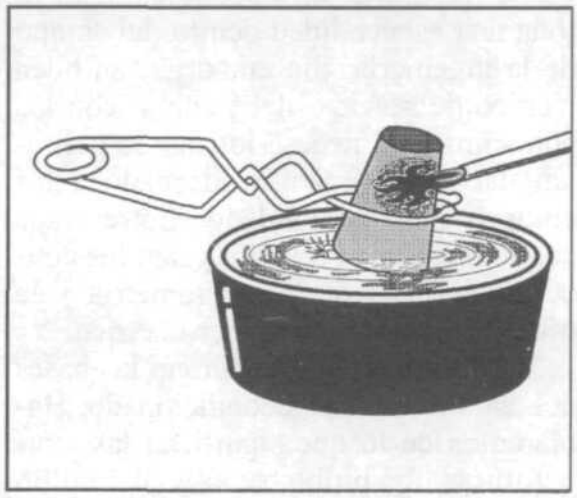


Figura 52-2. El aire ocupa espacio y tiene peso.

Aire y espacio

Seguramente, cuando usted piensa en el aire no se le ocurre que éste tiene peso y que también ocupa espacio. Pero, si trata de empujar un vaso de vidrio vacío, con la boca hacia abajo, en un recipiente con agua, el aire que lleva dentro impide que el agua penetre en el vaso. El agua no puede entrar en el espacio que ya está ocupado por el aire. El aire tiene un peso definido por cada pie cúbico de espacio que ocupa, tal y como lo tienen el agua, el hierro o el oro.

Casi todas las sustancias se dilatan (aumentan de tamaño) cuando aumenta su temperatura. El aire no es una excep-

ción a esta regla. Sin embargo, el aire, como cualquier otro gas, se dilata más que los líquidos y los sólidos cuando son calentados.

Con ayuda del vaso, podemos ver también la manera en que el aire se dilata cuando su temperatura cambia. Si se calienta el vaso, unas burbujas de aire escapan de él a través del agua, como se muestra en la Figura 52-2. El aire se dilata al ser calentado, y el volumen extra de aire se escapa por medio de las burbujas. Si se vuelve a enfriar el vaso, el nivel del agua se elevará adentro, porque el aire restante se habrá contraído al ser enfriado y ocupará menos espacio.

El volumen de aire que había en el vaso inicialmente se dilató al ser calentado, y parte de ese aire escapó. Después de enfriarse y volver a su temperatura original, el aire restante en el vaso se contrajo y su volumen se redujo con respecto al que tenía al iniciar el experimento.

Si el aire se mantiene a una presión constante, se dilatará y se contraerá a una velocidad definida, de acuerdo con los cambios de temperatura. El cambio de volumen puede expresarse como una fracción del volumen de una libra de aire a O grados Fahrenheit (-17.6°C). Por cada grado de aumento de la temperatura, el volumen del aire aumenta en 1/460 parte de su volumen a O grados. Así que, a 100°F (37.7°C) tiene un volumen de 100/460, o 21.7% mayor que el del aire a O grados. De la misma manera, el aire se contrae al enfriarse. El aire, a -100° F (-72.6°C) tiene un volumen 21.7% menor que el del aire a O grados. En otras palabras, el volumen de una libra de aire a -100°F es 78.3% (100 - 21.7 = 78.3) de su volumen a O grados F (-17.6°C).

Tal vez se encuentre usted realmente despierto y se haya dado cuenta del problema que hay en el párrafo que acaba de leer. ¿Qué pasaría si la temperatura del aire bajara hasta -460 grados Fahrenheit (-270.6°C)? ¿El aire desaparecería por completo? Claro que no. Lo que sucede en realidad es que el aire se vuelve líquido antes de llegar a una temperatura de -460 grados. Aún así, mientras el aire tenga la forma de un gas y su presión se mantenga constante, la contracción durante el enfriamiento continuará a la misma velocidad.

Hay muchas otras cosas que podría aprender acerca de la relación entre la presión y la temperatura del aire, pero lo único que necesita saber por ahora es que un determinado peso de aire cambia de volumen con cada cambio de presión. Asimismo, cuando un gas es comprimido con rapidez, su temperatura aumenta. Por lo tanto, ahora sabe que el volumen ocupado por el aire a cualquier temperatura y presión cambia según cambien estos dos factores.

Presentamos a continuación un ejemplo de una carta psicrométrica. Como puede apreciar, parece bastante complicada. Pero muy pronto le parecerá mucho más sencilla. Recuerde que la carta muestra todas las relaciones que pueden existir entre el contenido de calor y humedad del aire y el vapor de agua.

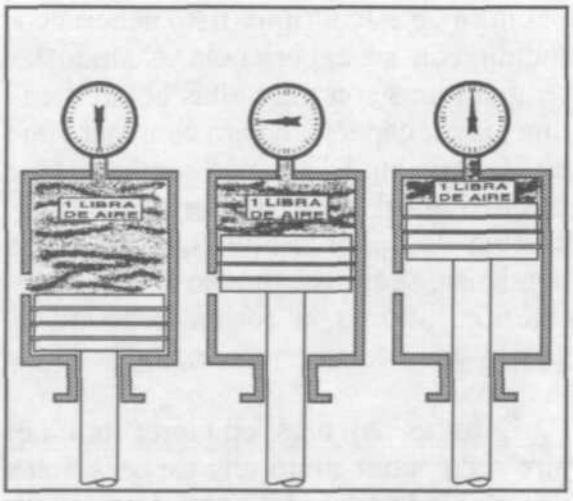


Figura 52-3. La presión del aire aumenta conforme disminuye el volumen.

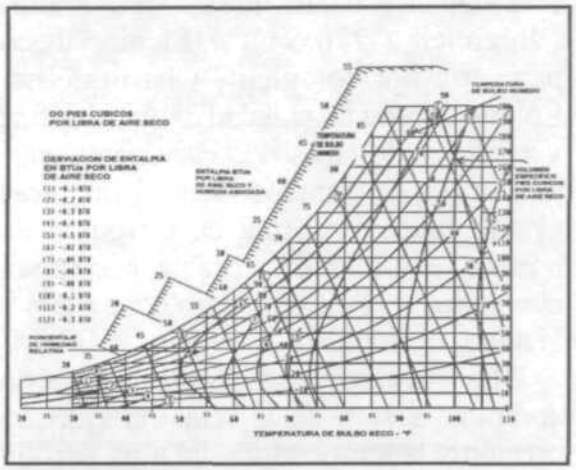


Figura 52-4. Carta psicrométrica.

Calor sensible y calor latente

El aire se compone de nitrógeno, oxígeno y pequeñas cantidades de vapor de agua. El nitrógeno constituye 77% y el oxígeno 23%. El vapor de agua puede variar de O a 3%, según las condiciones del aire. El vapor de agua se mide en granos o en libras por libra de aire seco. La norma es que se requieren 7,000 granos de agua para igualar una libra de agua, y 0.0648 gramos para igualar un grano.

La cantidad de vapor de agua que el aire puede contener depende de la temperatura de este último. Esto debería coincidir con su experiencia. Cuando las temperaturas son muy altas el aire tiene una mayor capacidad para contener agua en suspensión. El agua se condensa y se desprende del aire y, conforme se enfría, cambia de vapor a líquido. Cuando se condensa, se transforma en lluvia. En el interior, adopta la forma de condensación que vemos en los cristales de las ventanas.

En otras palabras, en cierta forma el aire seco actúa como una esponja, pues absorbe la humedad. El aire tiene cuatro propiedades que explican su comportamiento según las diversas condiciones. Estas propiedades son: temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo húmedo, temperatura de punto de rocío y humedad relativa. También es necesario que comprenda qué son el "calor sensible" y el "calor latente".

Calor sensible. El calor sensible de una mezcla de aire y vapor es aquel que se puede percibir o sentir. El calor sensible sé puede medir con cualquier termómetro ordinario.

Calor latente. El aire contiene agua. Todo calor contenido en el vapor de agua se conoce como calor latente de la mezcla de aire y vapor.

Temperaturas de bulbo húmedo y de bulbo seco

Como dijimos arriba, hay cuatro propiedades del aire que es importante comprender. El aire siempre contiene

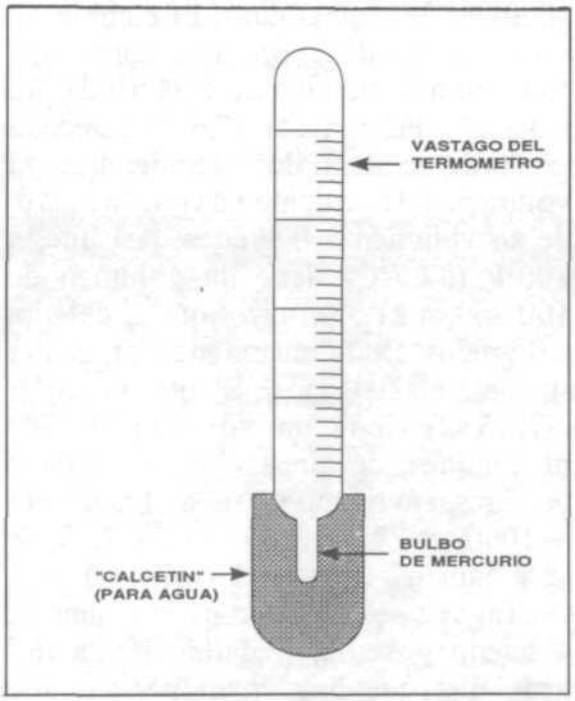


Figura 52-5. Temperatura de bulbo húmedo.

algún vapor de agua, de manera que en esta lección le enseñaremos algo más sobre las relaciones de la temperatura y el vapor de agua. También le enseñaremos las definiciones de los términos temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo húmedo, temperatura de punto de rocío y humedad relativa. Todos estos términos se muestran en las cartas psicrométricas mediante diferentes líneas.

Temperatura de bulbo seco. La temperatura del aire según lo indicado por un termómetro ordinario se conoce como la temperatura de bulbo seco.

Temperatura de bulbo húmedo. Si dos termómetros que funcionan en forma debida se exponen a una corriente de aire rápida, ambos mostrarán exactamente la misma temperatura. Si se cubre con una mecha (gasa) mojada el bulbo de uno de los termómetros, su temperatura bajará. Al principio bajará rápidamente y después más despacio, hasta alcanzar un punto estacionario. La lectura en este

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. El aire ambiente se compone de nitrógeno, oxígeno y pequeñas cantidades de _____.

2. El calor_____se puede medir con cualquier termómetro ordinario.

3. El calor contenido en el vapor de agua encerrado en el aire, se conoce como el calor _____de la mezcla de aire y vapor.

4. La temperatura del aire ambiente indicado por un termómetro ordinario se conoce como la temperatura de_____.

5. La temperatura que indica el termómetro que tiene cubierto el bulbo con una mecha mojada se conoce como temperatura de_____.

Respuestas

1. vapor de agua 2. sensible 3. latente 4. bulbo seco 5. bulbo húmedo

punto se conoce como la temperatura de bulbo húmedo del aire.

¿Cuál es la razón de que el termómetro al que se le ha puesto la mecha mojada indique un temperatura más baja que el termómetro seco? La corriente de aire en la que se encuentran ambos tiene exactamente la misma temperatura. Quizá le parezca a usted que la temperatura del agua de la mecha debería ser la misma que la temperatura de bulbo seco del aire circundante. Eso sería verdad si el agua de la mecha no se evaporara en el aire. Sin embargo, el agua sí se evapora y esta evaporación usa calor latente. La parte del aire que se aproxima a la mecha mojada la enfría ligeramente y cede suficiente calor sensible como para evaporar la humedad y transformarla en vapor de agua.

Aire saturado y no saturado

Hay otras cosas que comprender acerca de la temperatura de bulbo húmedo. La cantidad de agua de la mecha mojada que se puede evaporar en el aire depende completamente de la cantidad de vapor de agua que hubiera inicialmente en la corriente de aire en la que se encuentra el bulbo húmedo. En caso de que la corriente ya estuviera saturada de humedad, ningún agua del bulbo podría evaporarse en el aire. Más adelante le enseñaremos algo más acerca del aire saturado, pero lo que significa este término es que el aire ya contiene todo el vapor de agua posible. De cualquier manera, cuanto más seco sea el aire que fluye alrededor de la mecha del termómetro de bulbo húmedo, tanto más grande será la cantidad de humedad que se evapore en la corriente de aire. Y cuanto más humedad se evapore, tanto más baja será la lectura del termómetro.

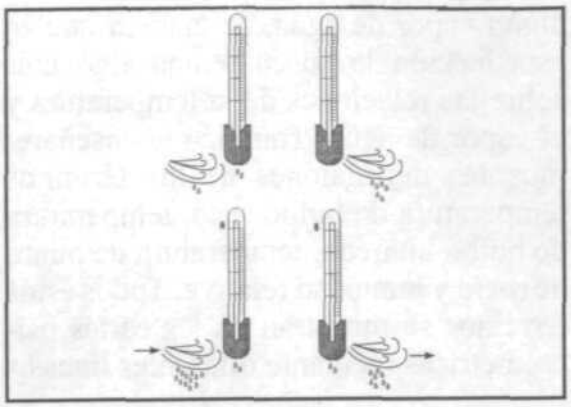


Figura 52-6. Ejemplos de evaporación de bulbohúmedo.

Aquí conviene tener presente la imagen de que el aire seco actúa como una esponja.

Como usted sabe, a la diferencia entre las lecturas de los termómetros de bulbo húmedo y bulbo seco se le llama "depresión de bulbo húmedo". Puesto que la depresión de bulbo húmedo aumenta a medida que disminuye la cantidad de humedad que hay en el aire, constituye una manera fácil de determinar dicha cantidad de humedad. Asegúrese de que este concepto le quede claro.

Vamos a presentarlo de manera un poco distinta. La diferencia entre la temperatura de bulbo seco y la de bulbo húmedo es mayor cuando el aire está más seco. Recuerde que hay un límite para la cantidad de agua que puede evaporarse en el aire antes de que éste se sature. Del mismo modo que un trapo puede absorber sólo una determinada cantidad de agua, la cantidad que el aire puede contener tendrá un límite. Por lo tanto, cuando el aire está seco puede contener más agua que cuando está húmedo, por lo que de la mecha del bulbo húmedo se evapora más agua en el aire, y el aire se enfría más.

Para que sea posible obtener las mejores lecturas con un termómetro de bulbo húmedo, es necesario que el aire

circule a una velocidad rápida alrededor del bulbo. Cuando las lecturas de bulbo húmedo se van a tomar en un aire inmóvil, el termómetro se debe mover en el aire para que éste fluya alrededor del bulbo. Para ello, se le pueden dar vueltas rápidamente, con un práctico instrumento llamado psicrómetro giratorio.

El psicrómetro se compone de dos termómetros, montados en un respaldo metálico que gira sobre una manija. Después de mojar la mecha del termómetro de bulbo húmedo, se le da vueltas al psicrómetro en el aire alrededor de medio minuto, y luego de detenerlo se leen los dos termómetros. Después se le vuelve a dar vueltas durante otro medio minuto y se vuelven a leer los termómetros. Hay que continuar dándole vueltas hasta que una lectura y la siguiente sean iguales. Si la mecha se seca un poco, sumérjala en agua y vuelva a iniciar el procedimiento.

Para que se puedan obtener lecturas correctas, es necesario que la mecha se encuentre limpia y libre de jabón. A veces, después de algún tiempo de uso, la mecha se pone dura debido a los minerales dejados por el agua al evaporarse. Los termómetros cuyas mechas están recubiertas con depósitos minerales siempre dan lecturas más altas que la verdadera temperatura de bulbo húmedo del aire. Hay que cambiar las mechas con frecuencia, y usar sólo agua limpia. La mejor es el agua destilada.

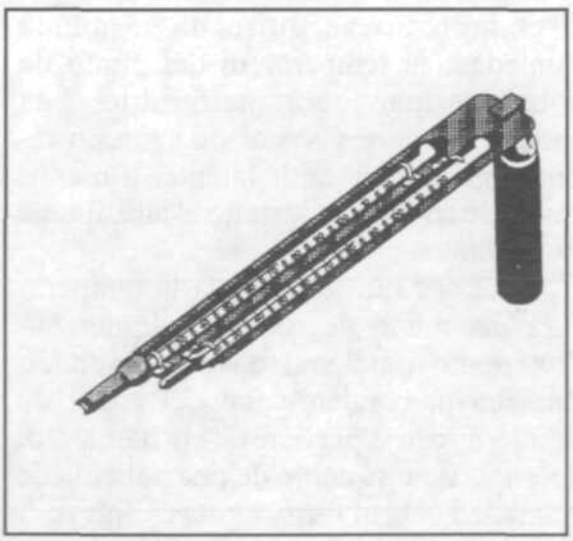


Figura 52-7. Termómetros de bulbo húmedo y bulbo seco.

El agua en la que se sumerge el bulbo húmedo debe tener una temperatura igual a la temperatura de bulbo húmedo del aire. Sin embargo, esto rara vez es posible. Otra opción es que la temperatura del agua sea ligeramente más alta que la temperatura de bulbo húmedo del aire. La temperatura del agua no debe ser más baja, porque de lo contrario será difícil juzgar el momento en el que el termómetro está mostrando correctamente la temperatura de bulbo húmedo del aire. Si la temperatura del agua es más alta, el bulbo húmedo se enfriará al darle vueltas. Después de una o dos lecturas, el mercurio del tubo empieza a subir otra vez, conforme la mecha se seca. La lectura más baja corresponde a la temperatura de bulbo húmedo del aire.

En cambio, si al principio la temperatura del agua es más baja que la temperatura de bulbo húmedo del aire, el mercurio del tubo empezará a subir en cuanto se le dé vueltas al psicrómetro, y continuará subiendo conforme la mecha se seca. Será, por tanto, difícil juzgar el punto en el que el mercurio del tubo está mostrando la verdadera temperatura de bulbo húmedo del aire circundante.

Consideremos un punto de equilibrio, en el que ya no se pueda evaporar más agua de la cubierta del termómetro de bulbo húmedo.

Esa es la temperatura a la que la velocidad de transferencia del calor sensible, desde el aire al agua del bulbo húmedo, es igual a la velocidad con que el calor se transfiere desde el bulbo húmedo al aire por evaporación del agua.

La frase resulta bastante larga, pero el concepto no es difícil. Si es necesario, vuelva a leerla.

El punto de equilibrio es el mismo, tanto para una determinada temperatura de bulbo seco como para una determinada humedad relativa (más adelante en esta lección, trataremos con más detalle el tema de la humedad relativa). Puesto que la velocidad de evaporación en la mecha depende de la cantidad de humedad en el aire y del calor sensible, resulta claro que la temperatura de bulbo húmedo revela el calor total que contiene el aire.

Temperatura del punto de rocío

En muchos de los reportes sobre el estado del tiempo presentados en la televisión, se ha comenzado a incluir la temperatura del punto de rocío, que también se proporciona en la sección meteorológica de muchos periódicos. Tal vez usted sea una de las numerosas personas que no comprenden el significado de ese término. En tal caso, la explicación que sigue le será de utilidad.

En términos de refrigeración el punto de rocío es aquel en el que el vapor de agua que hay en el aire comienza a condensarse. Si una mezcla de aire y vapor de agua es enfriada hasta dicha temperatura, el rocío cubrirá la superficie de enfriamiento. La cantidad de vapor de agua en el aire es siempre la misma a una determinada temperatura del punto de rocío.

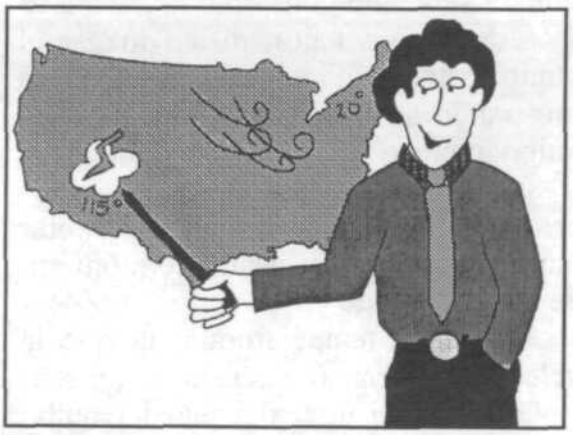


Figura 52-8. Los informes meteorológicos a menudo incluyen la temperatura del punto de rocío.

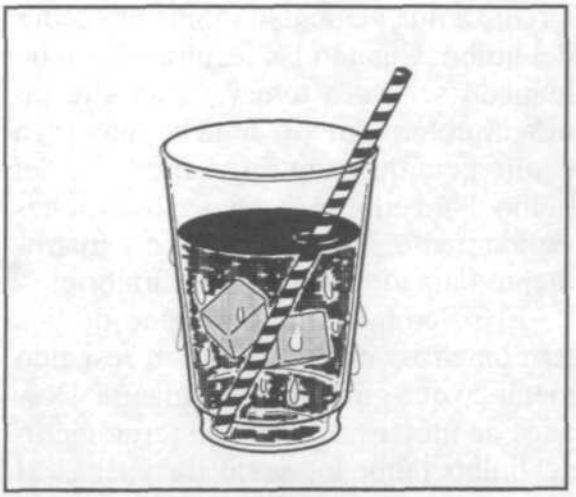


Figura 52-9. Cuando se alcanza la temperatura del punto de rocío, el vapor de agua se condensa en la superficie de enfriamiento.

Por lo tanto, la temperatura del punto de rocío permite medir la cantidad de humedad que tiene el aire. Cuando el aire se encuentra en la temperatura del punto de rocío, contiene toda la humedad que le es posible a esa temperatura. Siempre y cuando no se quite ni se añada humedad, la temperatura del punto de rocío permanecerá inalterable. Las mezclas de aire y vapor de agua no reciben ni liberan calor latente, a menos que se le añada o se le quite al aire alguna humedad.

Una vez que se alcanza la temperatura del punto de rocío, cualquier enfriamiento adicional da por resultado una mayor condensación del vapor de agua sobre la superficie de enfriamiento. La superficie se cubre de una película de humedad que, al formar gotas, "llueve", literalmente, desde la superficie de enfriamiento.

Humedad absoluta y humedad relativa

Según se indicó anteriormente, el aire alcanza su temperatura del punto de rocío cuando contiene toda la humedad que le es posible. En este punto, las temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo son iguales. Cuando ambos termómetros dan la misma lectura, se dice que el aire tiene una humedad relativa de 100%. El punto de rocío adquiere importancia especial cuando se diseña un sistema humidificador con la idea de obtener el mayor confort posible. Si la humedad de una habitación es demasiado alta, ésta se condensa y se acumula en las ventanas.

La humedad relativa

La humedad relativa es la medida de la cantidad de humedad que hay en el aire. Indica la capacidad del aire para absorber humedad. La humedad relativa es un elemento básico tanto para la calefacción como para el enfriamiento.

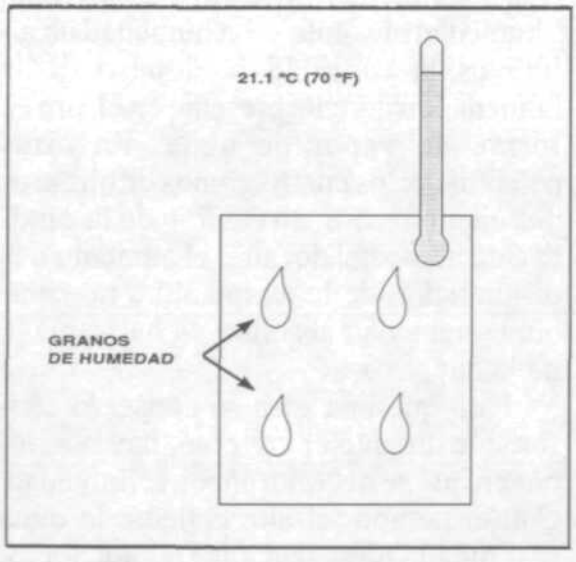


Figura 52-10. Ejemplo de un pie cúbico de aire.

Consideremos, por ejemplo, un pie cúbico de aire a una temperatura de 70°F (21.1°C), que contiene 4 granos de vapor de agua. (Recuerde que una libra se compone de 7,000 granos).

La humedad relativa se puede hallar consultando una carta, en la que se ve que si un pie cúbico de aire contuviera toda la humedad de que es capaz a 70°F (21.1°C), podría contener 8 granos de vapor de agua y se consideraría saturado.

Para hallar la humedad relativa, divida la humedad real presente en el aire entre la cantidad que el aire pudiera contener en condiciones de saturación, conservando la misma temperatura. En este caso, se dividiría 4 entre 8 y se obtendría .50, que naturalmente se puede expresar como 50%. De manera que la humedad relativa es 50%. Recuerde que también es posible expresarla como una fracción, o 4/8.

La humedad relativa se puede escribir así:

$$\frac{\textit{Cantidad real de vapor de agua}}{\textit{Cantidad máxima de vapor de agua}}$$

Es importante recordar que tanto la presión como la temperatura del aire deben ser las mismas cuando se midan el vapor de agua real y el vapor de agua máximo o saturado.

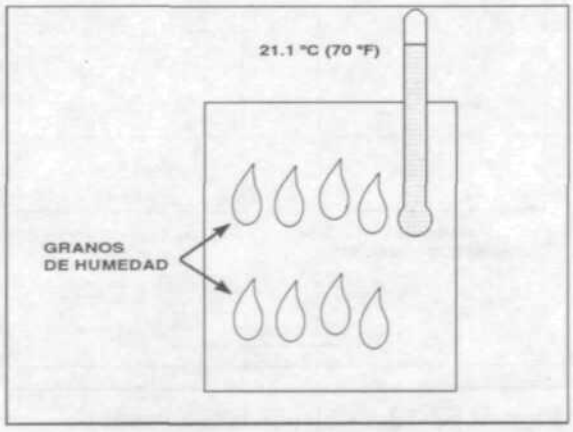


Figura 52-11. Ejemplo de aire saturado.

La humedad relativa muestra la cantidad de humedad que hay en el aire en comparación con la cantidad de humedad que pudiera estar presente a una temperatura determinada. La humedad relativa cambia si hay un cambio de temperatura.

Considere, por ejemplo, el mismo pie cúbico de aire. Aumente la temperatura a 92 grados Fahrenheit (33 °C), pero sin añadir ninguna humedad. Cuando se consultan las tablas de humedad, indican que un pie cúbico de aire a 92 grados puede contener 16 granos de vapor de agua. Por lo tanto, la humedad relativa es 4 dividido ente 16, o 4/16, lo que da una proporción de .25. De manera que el porcentaje es 25%.

Por lo general, una habitación es cómoda si tiene una temperatura de unos 80°F (26.6°C) y una humedad relativa de 50%.

El aumento de la temperatura del aire provoca una reducción de la proporción que hemos definido, o sea, la de la humedad relativa. La disminución de la temperatura del aire provoca un aumento de la proporción o humedad relativa, a menos que se haya alcanzado el punto de saturación (100% de humedad relativa). Más allá de este punto, se producirá la condensación conforme la temperatura disminuya.

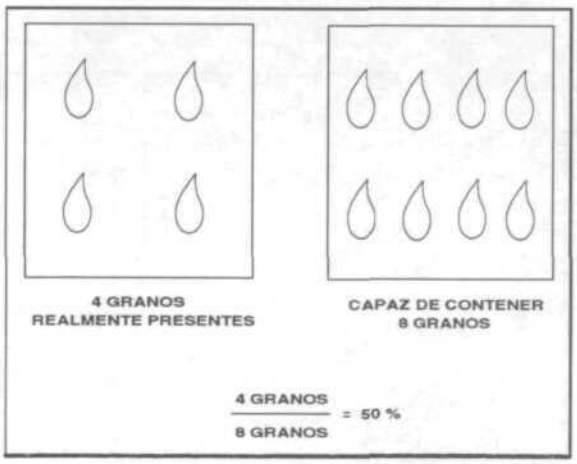


Figura 52-12. Cálculo de la humedad relativa.

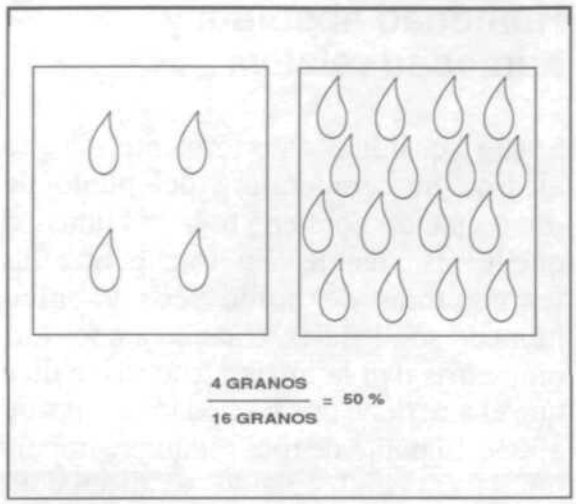


Figura 52-13. Humedad relativa a una temperatura más alta.

Cuando el aire contiene toda la humedad de que es capaz a una determinada temperatura y presión, se dice que está "saturado". Cuando el aire está saturado, la humedad relativa es de 100%. En contraste, el aire "no saturado" puede contener todavía más humedad.

La humedad absoluta

Ocasionalmente, se utiliza el término "humedad absoluta". La humedad absoluta es la cantidad o el peso de la humedad realmente presente en el aire en forma de vapor de agua. En otras palabras, es los cuatro granos de nuestros dos ejemplos. Sin un cambio de la cantidad de humedad del aire, el aumento o la disminución de la temperatura no cambia la humedad absoluta. O hay agua, o no la hay.

Para que una casa se conserve confortable durante el invierno, hay ocasiones en que se necesita añadirle humedad. Con el tiempo, el aire caliente le quita casi toda la humedad a las habitaciones. Existen diversas maneras de añadirles humedad. Una es usar un humidificador

TEMPERATURA EXTERIOR (°F)	PARED DE TABIQUES ENYESADA EN SU INTERIOR	VIDRIO SENCILLO	VIDRIO DOBLE
	PORCENTAJE		
-20	45	7	35
-10	50	10	40
0	60	18	45
10	64	25	50
20	67	30	55
30	74	38	60
40	80	45	65
50	85	50	70
60	90	55	75

Figura 52-14. Niveles de humedad relativa en el invierno.

que rocíe agua en el aire. También las duchas y el agua corriente aportan humedad a las habitaciones.

En el verano, sin embargo, la cantidad de humedad por libra de agua es mayor en el exterior que en el interior, especialmente si las habitaciones tienen aire acondicionado. Esto quiere decir que la presión de vapor es mayor en el exterior que en el interior. En estas condiciones, la humedad se introducirá por todas las vías posibles en el espacio con aire acondicionado. Entrará por las grietas, por las orillas de las puertas y ventanas, y a través de las paredes. En el invierno, la humedad se desplaza en sentido contrario, del interior hacia el exterior. La tabla de la Figura 52-14 muestra todos los niveles de humedad relativa aceptables para el interior de una casa o edificio y para las temperaturas de invierno.

Ahora, vamos a ver qué tan bien ha comprendido usted la información que le hemos dado en estas secciones sobre términos. Para ello, vea si está de acuerdo en que las siguientes afirmaciones son ciertas. (Consejo: todas SON ciertas. Vea si está de acuerdo).

El porcentaje de humedad relativa nunca es más de 100%.

Cuando el aire no está saturado, la temperatura de bulbo seco siempre será más alta que la de bulbo húmedo.

La temperatura del punto de rocío siempre será la más baja entre las lecturas de las temperaturas de bulbo seco, bulbo húmedo y punto de rocío.

Cuanto más grande sea la diferencia entre la temperatura del punto de rocío y la de bulbo seco, tanto más bajo será el porcentaje de humedad relativa.

La lectura de bulbo húmedo nunca puede ser más alta que la de bulbo seco.

La lectura del punto de rocío nunca puede ser más alta que la de bulbo seco.

Considere usted el ejemplo que se muestra en la Figura 52-15.

La relación entre la humedad, la temperatura de bulbo húmedo y la temperatura de bulbo seco influye mucho en el diseño de sistemas de calefacción y acondicionamiento del aire.

Otros términos que comprender

Hay otros términos que necesita comprender con objeto de quedar preparado para abordar las cartas psicrométricas. Definiremos algunos en la presente sección; otros ya fueron definidos al comienzo de la lección, aunque más brevemente.

Aire seco. El aire seco es el que no contiene vapor de agua. En la naturaleza, no existe el aire realmente seco, puesto que todo el aire contiene alguna cantidad de agua.

Humidificación. El proceso consistente en añadir humedad al aire se llama humidificación. Por lo general, este proceso se realiza con un humidificador.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Denominación de la diferencia entre lecturas de los termómetros de bulbo húmedo Y bulbo seco. _____

2. Instrumento empleado para tomar las temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo en aire que está inmóvil. _____

3. Punto en el cual el vapor de agua que hay en el aire comienza a condensarse. _____

4. Cantidad de humedad que hay en el aire. _____

5. Cantidad o peso de la humedad realmente presente en forma de vapor de agua. _____

a. psicrómetro giratorio

b. humedad absoluta

C. humedad relativa

e. depresión de bulbo

e. punto de rocío

Respuestas

1. d 2. a 3. e 4. c 5. b

TEMPERATURA		HUMEDAD RELATIVA	PUNTO DE ROCIO
BULBO SECO	BULBO HUMEDO		
90	90	100	90
80	75	80	73
90	75	50	69

Figura 52-15. Lecturas de humedad y temperatura.

Deshumidificación. El proceso consistente en extraerle la humedad al aire se llama deshumidifícación. Por lo general, esto se hace reduciendo la temperatura del aire por debajo del punto de condensación. Para ello, casi siempre se coloca en la corriente de aire un serpentín de evaporador de refrigeración.

Temperatura efectiva. La temperatura efectiva es la que se determina mediante la experimentación. No es una temperatura que se mida con un termómetro, sino una medida del confort personal que siente una persona determinada. La temperatura efectiva se obtiene por medio de la correcta combinación de la temperatura de bulbo seco, la humedad relativa y el movimiento del aire. Es la temperatura que procuramos tener en nuestra casa.

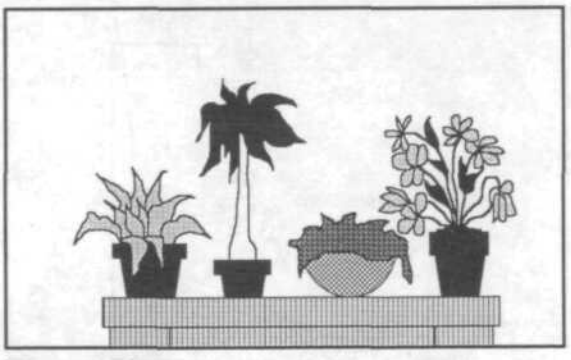


Figura 52-16. La humedad producida por las plantas, cuando son muchas, ayuda a humidificar las habitaciones.

Zona de confort. Se trata del rango de temperatura y humedad dentro del cual la mayoría de las personas se sienten cómodas. Los límites externos de la zona de confort no están definidos claramente, ya que dependen de las condiciones del tiempo en el exterior.

BTU (Unidad térmica británica). La intensidad del calor es medida en grados por los termómetros. La unidad térmica británica es una medida de la cantidad de calor. Un BTU es la cantidad de calor necesaria para hacer variar (aumentar o disminuir) en un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua. Un BTU es aproximadamente la cantidad de calor producida al arder un cerillo normal de madera.

Presión estática y presión de velocidad

La presión estática es la presión que el aire o un gas ejerce en ángulos rectos sobre las paredes de un ducto cerrado. Por lo general, la carga o presión estática del aire se mide con unos instrumentos llamados manómetros y tubos Pitot. La pérdida por fricción en los ductos de aire se conoce como reducción de la presión o pérdida de la carga estática. Es posible que por ahora esto no le diga gran cosa a usted, pero veremos más acerca de este concepto en varias lecciones futuras.

La presión de velocidad es la presión ejercida por el movimiento del aire. La presión de velocidad es producida por la energía del movimiento; o sea, por la energía cinética del aire en movimiento.

Otros términos que necesita usted comprender son los de presión total, en-

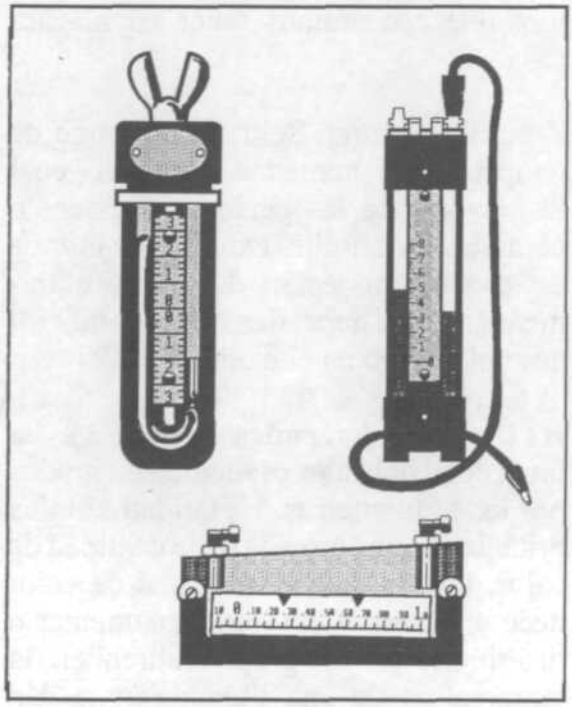


Figura 52-17. La presión estática se mide con un manómetro.

talpía y presión de vapor. La presión total es la suma de las presiones estática y de velocidad; y es una medida de la energía total que tiene el aire. La entalpia es el contenido total de calor. Es una propiedad termodinámica que sirve como una medida de la energía térmica que tiene un sistema. En las cartas psicrométricas, representa la energía de una libra de aire seco y cierto número de granos de humedad adicionales. La presión de vapor es la presión ejercida por el vapor de agua del aire.

La carta psicrométrica

Ahora se encuentra usted, por fin, preparado para aprender a leer las cartas psicrométricas. Estas cartas o diagramas muestran las diversas relaciones existentes entre el calor y el contenido de humedad del aire y del vapor de agua. Los factores que se muestran en una carta completa son, entre otros:

- La temperatura de bulbo seco
- La temperatura de bulbo húmedo
- La temperatura del punto de rocío
- La humedad relativa
- El calor total
- La presión del vapor
- La cantidad de humedad real contenida en el aire

A estas alturas del curso, usted ya se ha visto expuesto a estos términos, y seguramente comprende el significado de cada uno. A continuación, tomaremos una de estas complicadas cartas y la desarmaremos para estudiar sus diversas piezas.

Las líneas y escalas de la carta

La carta psicrométrica ha sido comparada a un "zapato" con todas sus partes: puntera, empeine, caña, revés, tacón y suela. Fíjese en el dibujo de la figura 52-18, y encuentre los nombres correspondientes a las líneas y la curva. En las secciones siguientes nos referiremos a dichas partes.

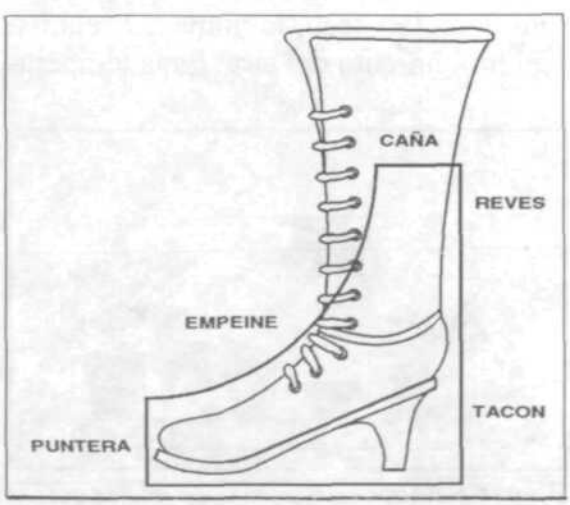


Figura 52-18. La carta psicrométrica tiene forma de bota vieja.

Líneas de la temperatura de bulbo seco. La escala de la temperatura de bulbo seco se encuentra en la "suela" de la gráfica. Los valores se indican en pasos de cinco grados, de izquierda a derecha. Las líneas mismas suben y bajan desde la suela. Hay una línea por cada grado de temperatura.

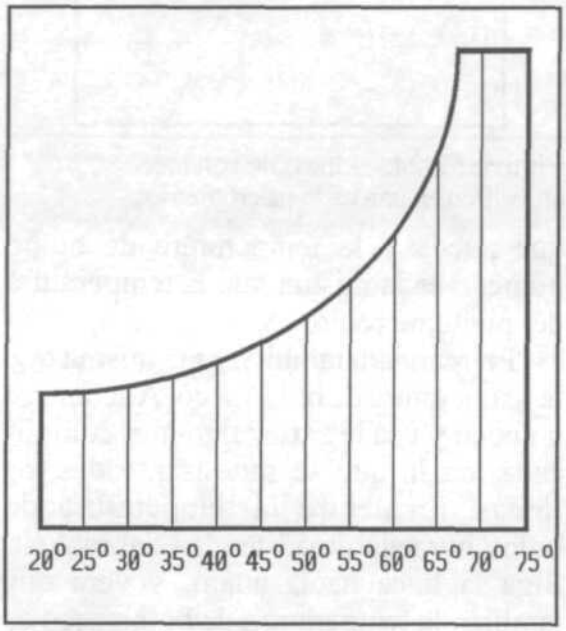


Figura 52-19. Líneas de bulbo seco en una carta psicrométrica.

Líneas de la temperatura de bulbo húmedo. La escala de la temperatura de bulbo húmedo se encuentra a lo largo del "empeine" de la carta. La escala va desde la puntera hasta la caña. Estas líneas son diagonales y se inclinan hacia abajo y hacia la derecha. También en este caso, la carta completa tiene una línea por cada grado de temperatura.

Líneas de la humedad relativa. Las líneas de la humedad relativa son las únicas líneas curvas de la gráfica. En cada una de ellas, se indica un porcentaje de humedad relativa.

Líneas de la humedad absoluta. La escala de la humedad absoluta se encuentra a lo largo del "revés" del zapato, y las líneas van a lo ancho de la carta hacia la izquierda. En algunas cartas, esta escala se identifica como la correspondiente a los "granos de humedad por libra de aire seco", o humedad absoluta. En otras, se denomina "libras de agua por libra de aire seco", que es también la humedad absoluta. Descubrirá que tiene algunos otros nombres.

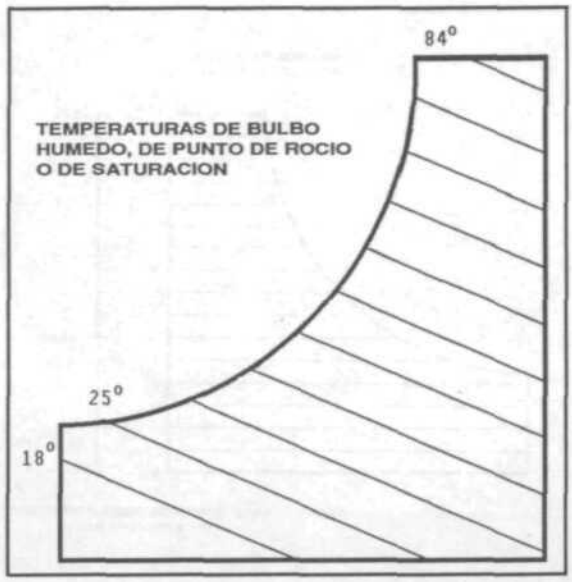


Figura 52-20. Líneas de bulbo húmedo en una carta psicrométrica.

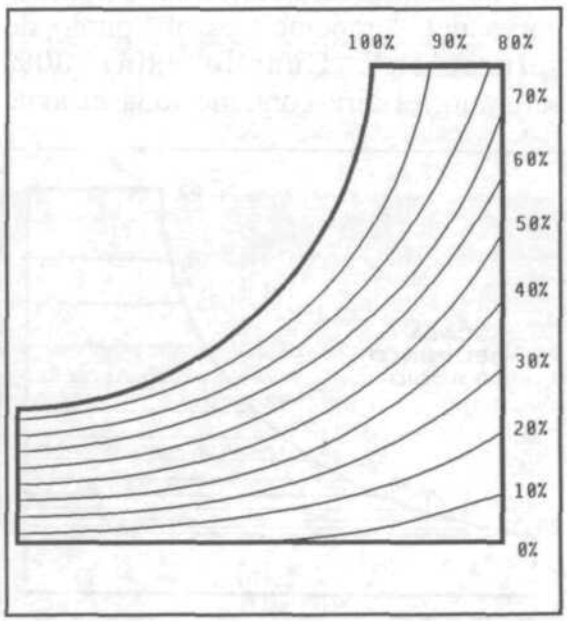


Figura 52-21. Líneas de humedad relativa en una carta psicrométrica.

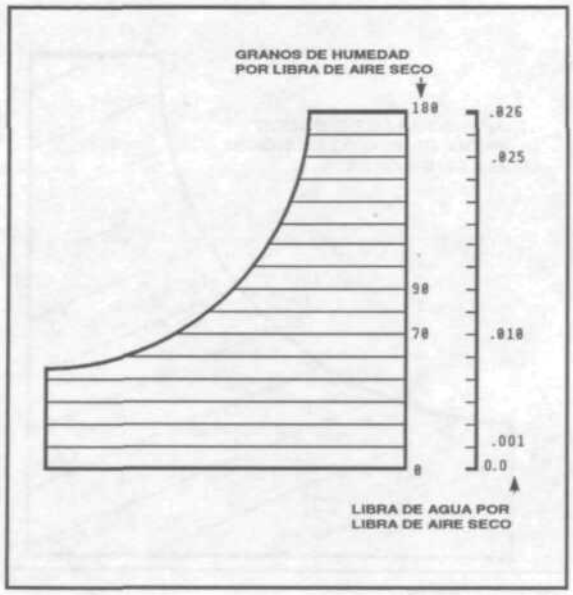


Figura 52-22. Líneas de humedad absoluta en una carta psicrométrica.

Líneas de la temperatura del punto de rocío. Esta escala es la misma que la escala de la temperatura de bulbo húmedo que se encuentra a lo largo del "empeine". Sin embargo, las líneas son diferentes. Las de la temperatura de bulbo húmedo corren en diagonal, mientras que las de la temperatura del punto de rocío corren horizontalmente a lo ancho de la gráfica. Esto se debe a que la curva del "empeine" es el "punto de saturación". Cuando está 100% saturado, el aire contiene toda el agua

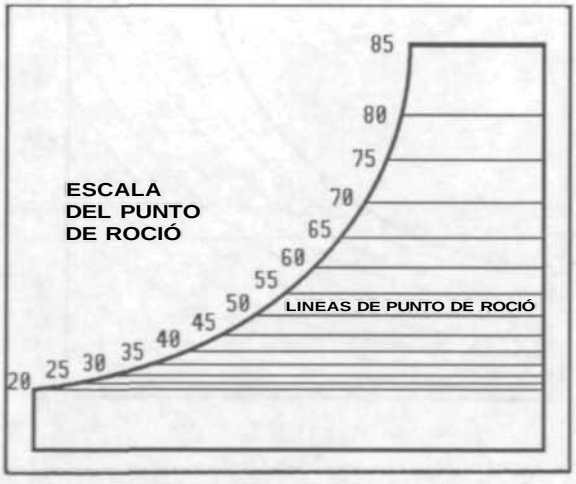


Figura 52-23. Líneas del punto de rocío en una carta psicrométrica.

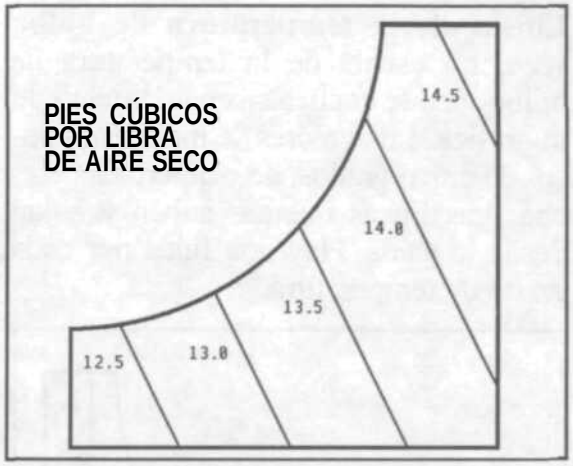


Figura 52-24. Líneas de volumen específico en una carta psicrométrica.

que puede y la temperatura de bulbo húmedo es la misma que la temperatura del punto de rocío.

En realidad, también es la misma que la temperatura de bulbo seco. Adelántese un poco y vea la carta, algo más complicada, en la que se muestran todas las líneas. Encuentre la temperatura de bulbo húmedo de 55 grados Fahrenheit. Siga la línea hacia abajo, y verá que también la temperatura de bulbo seco es 55 grados. Y también la temperatura en el punto de rocío, a lo largo de la curva del "empeine", es de 55 grados. De allí en adelante, las líneas de bulbo húmedo bajan hacia la derecha y las temperaturas del punto de rocío corren a lo ancho.

Líneas del volumen específico. El volumen específico se indica en la carta por medio de líneas diagonales que fluctúan desde 12.5 hasta 14.5 pies cúbicos. El volumen, como usted sabe, es una medida del espacio ocupado. En algunas cartas se identifica como "pies cúbicos por libra de aire seco".

Líneas de entalpia. No desista, estamos a punto de terminar de describir las líneas de la carta psicrométrica. En la sección de definiciones, incluímos la

palabra "entalpia". La entalpia es, simplemente, el contenido total de calor que hay en el aire. Puede usarse con la carta psicrométrica para medir cualquier cambio de calor que se produzca en cualquier proceso en que intervengan el aire, el vapor de agua y la temperatura. Tanto el calor sensible como el calor latente se pueden medir usando la entalpia. Es una manera rápida de determinar estos dos factores.

La escala de la entalpia se encuentra hacia la izquierda del "empeine" de la carta.

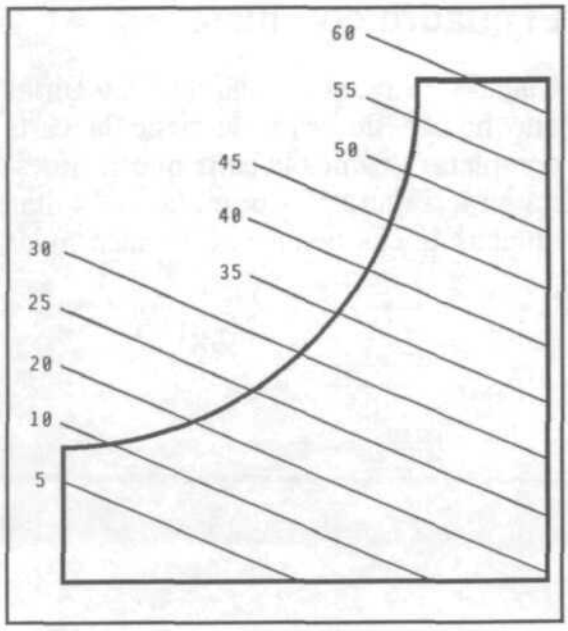


Figura 52-25. Líneas de entalpia en una carta psicrométrica.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V *si considera verdadera la afirmación, o la letra* F *si la considera falsa.*

1. El aire seco es el que no contiene vapor de agua.	F	V
2. La temperatura efectiva es la que se determina mediante la experimentación.	F	V
3. La cantidad de calor que pasa en una hora, a través de un pie cuadrado de cualquier material, por cada grado de diferencia de temperatura entre los dos lados de una división se llama calor latente.	F	V
4. La presión estática es la presión que el aire o un gas ejerce en ángulos rectos sobre las paredes de un ducto cerrado.	F	V
5. La carta psicrométrica muestra las diversas relaciones que hay ente el calor sensible y el calor latente.	F	V

Respuestas

1. V 2. V 3. F (Se llama conductividad térmica específica) 4. V 5. F (Muestra las diversas relaciones existentes entre el contenido de calor y humedad del aire y el va-

El cuadro completo

Cuando se reúnen todas las categorías que hemos descrito, se tiene la carta completa. Veamos la carta que se muestra en la Figura 52-26, en la cual faltan muchas líneas pequeñas. Repase todas las líneas que ha visto hasta ahora, y localícelas en esta carta completa simplificada. Luego estudie, en la Figura 52-27, la carta más complicada, que se diferencia porque contiene todas y cada una de las líneas pequeñas.

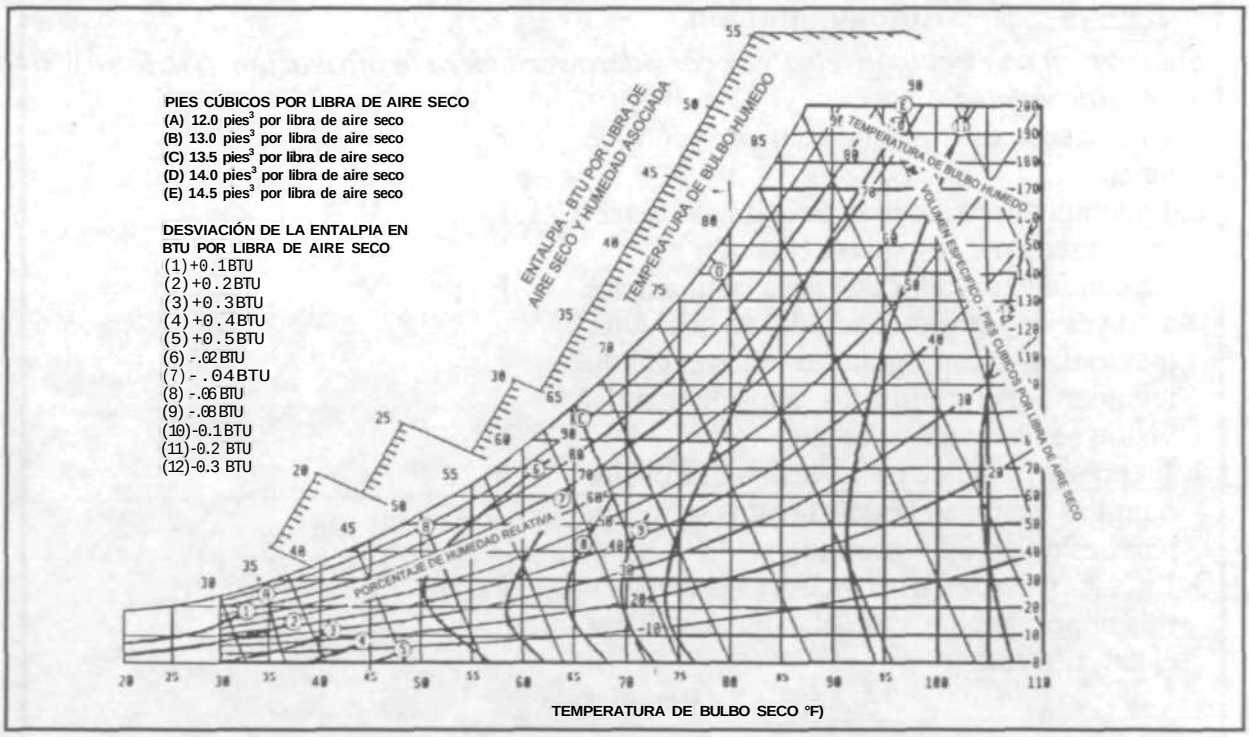


Figura 52-26. Carta psicrométrica simplificada.

Resumen

En esta lección, estudiamos varias de las propiedades del aire. Ahora usted sabe que el aire ocupa espacio y que tiene un peso definido. El aire se dilata cuando se calienta y se contrae cuando se enfría. Se compone de nitrógeno, oxígeno y unas pequeñas cantidades de vapor de agua. Se necesitan 7,000 granos de agua para igualar una libra.

La cantidad de vapor de agua que el aire puede contener depende de su propia temperatura. El aire caliente puede contener cantidades mayores. El agua se condensa y abandona el aire a medida que éste se enfría. El aire seco funciona como una esponja, y absorbe la humedad.

El aire tiene cuatro propiedades que afectan su comportamiento: la temperatura de bulbo seco, la temperatura de bulbo húmedo, la temperatura del punto de rocío y la humedad relativa. Usted ya sabe ahora cómo definir estos términos.

La temperatura del aire, según la indica un termómetro ordinario, se conoce como la temperatura de bulbo seco. Es una medida del contenido de calor sensible del aire. El calor sensible también se define como el calor que se le puede añadir o quitar a una sustancia sin alterar su estado.

La temperatura de bulbo húmedo es la temperatura del aire, según la indica un termómetro ordinario cuyo bulbo esté cubierto por una mecha mojada. La diferencia entre las temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo, de cualquier condición, se conoce como la depresión de bulbohúmedo.

La temperatura del punto de rocío es la temperatura a la que el vapor de agua comienza a condensarse y abandonar el aire. Cuando el aire se encuentra a la

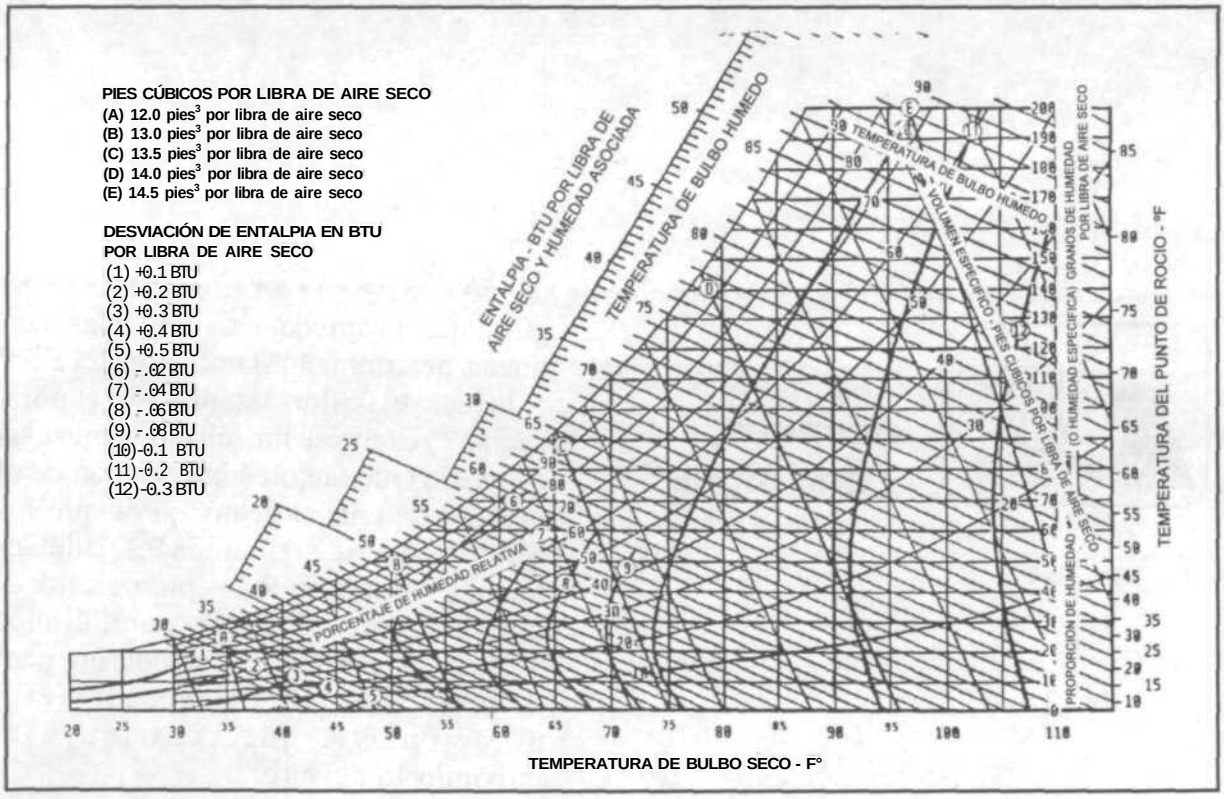


Figura 52-27. Carta psicrométrica normal.

temperatura del punto de rocío, está asimismo a la temperatura de saturación, por lo que se considera que está saturado de humedad.

La suma del calor sensible y el calor latente se conoce como el calor total, o entalpia.

La humedad relativa es una medida de la cantidad de humedad presente en el aire. Se expresa como una proporción que compara la cantidad real de vapor de agua en el aire a una temperatura determinada, con la cantidad de vapor de agua, a la misma temperatura, cuando el aire estuviese saturado.

En otras palabras, la humedad relativa muestra la cantidad de humedad presente en el aire en comparación con la cantidad de humedad que pudiera estar presente en el aire a esa temperatura.

Se dice que el aire está saturado, cuando contiene toda la humedad que le es posible contener a cualesquier temperatura y presión.

En esta lección vimos también la manera de leer todas las líneas de una gráfica psicrométrica. Las líneas de bulbo seco van de arriba abajo. Las líneas de bulbo húmedo son diagonales y se inclinan hacia abajo y a la derecha. Las de la humedad relativa son las únicas líneas curvas de la carta, mientras que las líneas de humedad absoluta corren a lo ancho de la misma. Las líneas de temperatura del punto de rocío tienen la misma escala que las de bulbo húmedo, pero sus líneas corren horizontalmente a lo ancho de la carta. La línea curva que se encuentra en el empeine, muestra el punto de saturación. Las líneas de volumen específico también van en diagonal. Las líneas de entalpia muestran el contenido total de calor que hay en el aire; su escala se encuentra hacia la izquierda del empeine de la carta.

–Y después, ¿qué sigue?

¿Cuántas propiedades, indicadas con líneas, determinan la condición del aire? ¿Qué es el calor latente de vaporización? ¿Cómo se mezclan dos mezclas de aire? ¿Qué factores intervienen en el proceso de enfriamiento? ¿Por qué los seres humanos son unidades calefactoras? ¿Por qué métodos pierde calor el cuerpo humano? ¿Qué condiciones afectan la capacidad del cuerpo para despedir calor? ¿De qué depende la evaporación? ¿A qué contribuye el movimiento del aire?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. Casi todas las sustancias se dilatan (aumentan de tamaño) cuando aumenta su

a. presión.
b. volumen.
c. peso específico.
d. temperatura.

2. La cantidad de vapor de agua que el aire puede contener depende de su

a. temperatura.
b. peso específico.
c. volumen.
d. presión.

3. El psicrómetro es un instrumento que se compone de dos

a. manómetros.
b. termómetros.
c. vacuómetros.
d. barómetros.

4. En términos de calefacción y enfriamiento, el punto de rocío es aquel en el que el vapor de agua que hay en el aire comienza a

a. evaporarse.
b. comprimirse.
c. condensarse.
d. dilatarse.

Recorte aquí el talón de respuesta y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de lección **L452**

5. La humedad relativa es la medida de la cantidad de humedad que hay en el

a. agua.
b. aire.
c. gas.
d. aceite.

6. El proceso consistente en añadir humedad al aire se llama

a. evaporación.
b. zona de confort.
c. purificación.
d. humidifícación.

7. Dentro de la carta psicrométrica, la escala de la temperatura de bulbo seco se encuentra en la línea

a. horizontal.
b. diagonal.
c. vertical.
d. curva.

8. En una carta psicrométrica, las líneas de la temperatura del punto de rocío son las mismas que las de la escala de la temperatura de

a. bulbo seco.
b. entalpia.
c. bulbo húmedo.
d. humedad relativa.

9. El aire ambiente se compone de nitrógeno, oxígeno y pequeñas cantidades de

a. hidrógeno.
b. vapor de agua.
c. bióxido de carbono.
d. carburo de calcio.

10. Generalmente, una habitación es cómoda si tiene una temperatura de unos 80°F (26.4°C) y una humedad relativa de

a. 20%.
b. 30%.
c. 40%.
d. 50%.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. Cómo orientarse en la carta psicrométrica....4
3. Las cartas psicrométricas y los problemas del acondicionamiento del aire....8
4. Cómo mezclar dos mezclas de aire....11
5. El aire acondicionado....12
6. El cuerpo humano y la pérdida de calor....14
7. La capacidad del cuerpo para despedir calor....17
8. La velocidad del aire....19
9. Resumen....21
10. Tareas prácticas....22
11. Examen ...25

Psicrometría

L453 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Cómo orientarse en la carta psicrométrica, 4

Las cartas psicrométricas y los problemas del acondicionamiento del aire, 8
- Los cambios del calor total, 8
- El calor sensible, 8
- El calor latente, 9

Cómo mezclar dos mezclas de aire, 11

El aire acondicionado, 12

El cuerpo humano y la pérdida de calor, **14**
- Convección, **14**
- Radiación, **15**
- Evaporación, **15**

La capacidad del cuerpo para despedir calor, **17**
- Temperatura del aire, **17**
- Humedad relativa, 18
- Movimiento del aire, 18

La velocidad del aire, **19**

Resumen, **21**

Tareas prácticas: Verificación de la velocidad del aire, **22**

Examen, 25

Introducción

En la lección anterior se hizo una introducción al estudio de la carta psicrométrica, tan importante en el estudio del aire acondicionado. Ahora corresponde hacer un estudio más amplio sobre el empleo de esta carta.

En esta lección se dan bastantes ejemplos sobre la utilización de la carta psicrométrica. Si se conocen dos datos determinados, puede averiguarse el resto mediante esta carta. Así que, después de estudiar la lección, usted contará con suficiente práctica como para manejarla sin mayor problema.

Es muy importante aclarar que el estudio profundo de la psicrometría forma parte del campo de la ingeniería termodinámica, en su aplicación al área del aire acondicionado. Sin embargo, resulta muy conveniente que usted, como técnico de servicio en refrigeración y aire acondicionado, cuente con los conocimientos básicos que le permitan determinar el origen de los parámetros utilizados para seleccionar el equipo de una instalación.

Esta lección contiene un alto porcentaje de ejemplos y casos prácticos. Por ello le pedimos que la estudie con detenimiento y que trate de resolver los ejemplos usted solo, siguiendo las instrucciones de la lección. No dude en apoyarse en la lección anterior como complemento de sus conocimientos sobre el tema, de manera que éste quede totalmente asimilado.

Definiciones y descripciones

AIRE ACONDICIONADO *(air-conditioned).* Equipo usado para controlar la temperatura, la humedad, la limpieza y el movimiento del aire en un espacio acondicionado.

AIRE ACONDICIONADO INDUSTRIAL *(industrial air-conditioned).* Aire acondicionado para usos diferentes al confort.

CALOR LATENTE DE VAPORIZACIÓN *(evaporation latent heat).* Calor caracterizado por el cambio de estado de la sustancia en cuestión, para una presión dada, y siempre a una temperatura constante para una sustancia pura.

CARGA TÉRMICA *(thermal load).* La cantidad de calor, medida en BTU, que es removida durante un periodo de 24 horas.

CARTA PSICROMÉTRICA *(psychrometric chart).* Carta que muestra las relaciones entre la temperatura, la presión y el contenido de humedad del aire.

CONVECCIÓN *(convection).* Transferencia de calor por medio del movimiento o flujo de un fluido de gas.

EVAPORACIÓN *(evaporation).* Término aplicado al cambio de líquido a gas. En este proceso se absorbe calor.

RADIACIÓN *(radiation).* Transferencia de calor por rayos caloríficos.

TEMPERATURA AMBIENTE *(ambient temperature).* Temperatura del fluido (generalmente aire) que rodea el objeto por todos los lados.

VAHO *(vapor).* Humo; humo aromático, olores emitidos, tales como los de las flores; una exhalación humeante o vaporosa, generalmente olorosa, tal como el ácido cítrico concentrado.

VELOMETRO *(velometer).* Instrumento usado para medir la velocidad del aire usando una medida directa de la velocidad en un dial indicador.

Cómo orientarse en la carta psicrométrica

Dos propiedades cualesquiera de las que hemos estudiado e indicado con líneas en la carta psicrométrica determinarán la condición del aire. En otras palabras, basta conocer dos datos para averiguar todos los demás mediante el uso de la carta. En esta lección nos ejercitaremos en el uso de la carta. No tendrá usted que hacer complicados cálculos matemáticos, sino sólo aprender a orientarse en su manejo.

Por ejemplo, si conoce las temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo que tiene un espacio, el punto en el que se intersectan o cruzan las líneas correspondientes en la carta mostrará la condición del aire a esas temperaturas determinadas. Esta condición es fija, o sea que es un supuesto. No varía. Cuando se comprende esto, se comienza a ver porqué la carta es una herramienta tan útil.

Como las posibles combinaciones de estas dos temperaturas cualesquiera son ilimitadas, hay una cantidad ilimitada de posibles condiciones del aire, y un número igualmente ilimitado de posibles puntos que pueden trazarse o hallarse en la carta.

Veremos diversos ejemplos del uso de la carta, hasta que le resulte fácil la localización de puntos en ella.

Ejemplo uno

Dadas una temperatura de bulbo seco de 95 °F (35 °C) y una temperatura de punto de rocío de 54 °F (12.2 °C), encuentre la temperatura de bulbo húmedo.

Solución:

Conforme haga usted estos ejercicios, compruebe que esté leyendo en la carta las líneas correctas. Si no logra avanzar, consulte la parte de la lección anterior en la que desmenuzamos la carta. Recuerde que las líneas de la temperatura de bulbo seco van de arriba a abajo, las de la temperatura del punto de rocío van a lo ancho, etcétera.

En este caso,

Paso 1. Localice los 95°F (35°C) en la escala de bulbo seco.

***Paso** 2.* Tendrá que leer esta línea de arriba abajo, así que píntela más oscura en su imaginación.

Paso 3. Localice los 54°F (12.2°C) en la escala del punto de rocío. Recuerde que las líneas del mismo van a lo ancho de la carta.

Paso 4. Imagínese la línea que pintó más oscura.

***Paso** 5.* Ahora ya tiene el punto en el que el bulbo seco y el punto de rocío se intersectan o cruzan. Recuerde que se le pidió que encontrara la temperatura de bulbo húmedo. Las correspondientes líneas son rectas y bajan hacia la derecha desde la curva o empeine. Para leer el número correcto, debe seguir la línea del punto de rocío desde el punto de intersección subiendo por la escala que se encuentra en la curva, y obtendrá la respuesta. Extienda el punto hacia arriba y

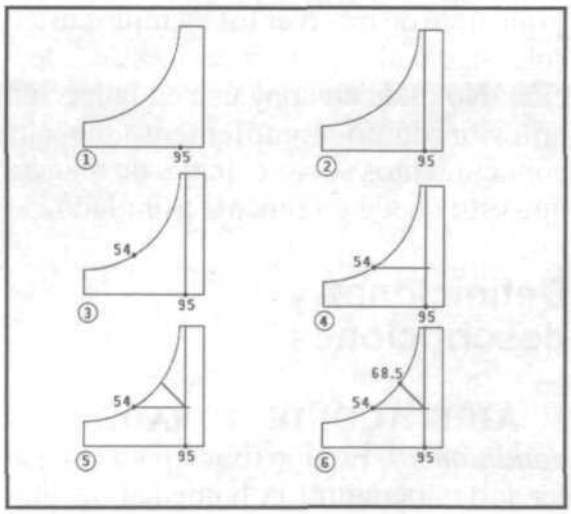


Figura 53-1. Cómo encontrar la temperatura de bulbo húmedo.

a la izquierda, hasta la escala de bulbo húmedo del empeine.

Paso 6. Lea la temperatura de bulbo húmedo, que es 68.5°F (20.2°C). ¿Verdad que no estuvo tan difícil? Si no lo comprende todavía, estudie las cartas simplificadas que presentamos enseguida. Los pasos numerados corresponden a los que describimos más arriba.

Ejemplo dos

Dados una temperatura de bulbo húmedo de 74°F (23.3°C) y un punto de rocío de 70°F (21.1°C), encuentre la temperatura de bulbo seco.

Solución:

Paso 1. Localice los 74 grados en la escala de bulbo húmedo.

***Paso** 2.* La temperatura de bulbo húmedo se inclina hacia abajo y la derecha, así que dibuje la línea en su mente.

Paso 3. Localice los 70 grados en la escala del punto de rocío.

Paso 4. El punto de rocío corre horizontalmente a lo ancho, así que dibuje la línea en su mente. Ahora ha encontrado el punto en que las dos líneas se cruzan.

***Paso** 5.* Vuelva al principio de este ejercicio, y verifique qué es lo que debe encontrar. En este ejemplo, se trata de buscar la temperatura de bulbo seco. Este valor se encuentra a lo largo de la parte inferior, o suela, de la carta. De modo que siga la línea hacia abajo hasta que llegue a la escala de bulbo seco.

Paso 6. Lea la temperatura de bulbo seco, que es 84°F (28.8°C).

Ejemplo tres

Suponiendo una temperatura de bulbo húmedo de 73°F (22.7°C) y una temperatura de bulbo seco de 81°F (27.2°C), encuentre la temperatura del punto de rocío.

Solución:

Paso 1. Localice los 81 grados en la escala de temperatura de bulbo seco.

***Paso** 2.* Imagínese que la línea correspondiente sube y baja por toda la carta.

Paso 3. Localice los 73 grados en la escala de temperatura de bulbo húmedo.

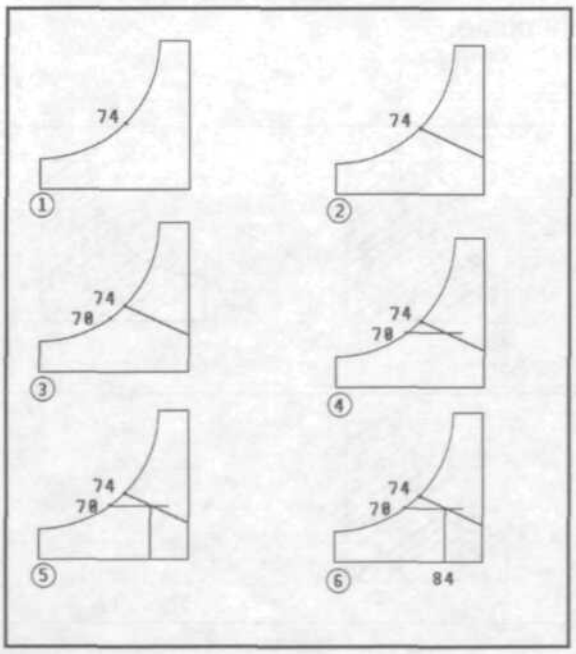


Figura 53-2. Cómo encontrar la temperatura de bulbo seco.

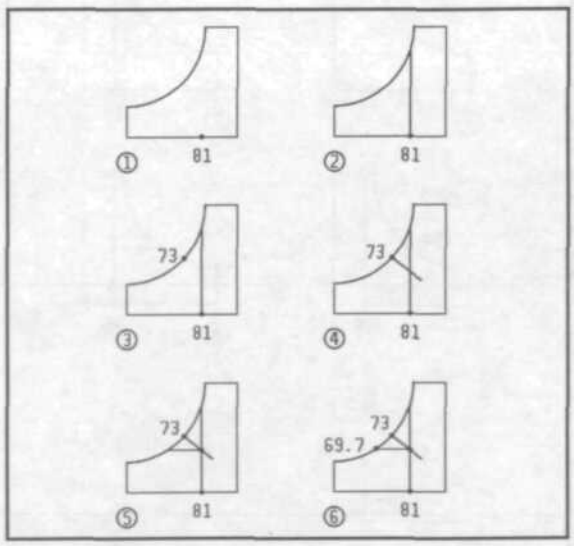


Figura 53-3. Cómo encontrar la temperatura del punto de rocío.

Recuerde que esta escala se encuentra a lo largo de la curva.

Paso 4. Las líneas de temperatura de bulbo húmedo son diagonales, así que recorra la línea hasta que cruce la primera línea de temperatura de bulbo seco. Ahora tiene el punto correcto.

Paso 5. Vuelva al principio y confirme qué es lo que debe buscar. En este ejemplo, se trata de la temperatura del punto de rocío. Estas líneas corren a lo ancho y su escala se encuentra a la izquierda. Así que recórralas horizontalmente hacia la izquierda, hasta el empeine.

Paso 6. Lea la temperatura del punto de rocío, que es 69.7°F (20.9°C).

Ejemplo cuatro

Dadas una temperatura de bulbo seco de 95°F (35°C) y una temperatura de punto de rocío de 54°F (12.2°C), encuentre la humedad relativa.

Solución:

(Antes de que siga leyendo, intente solucionar este ejercicio por sí mismo.)

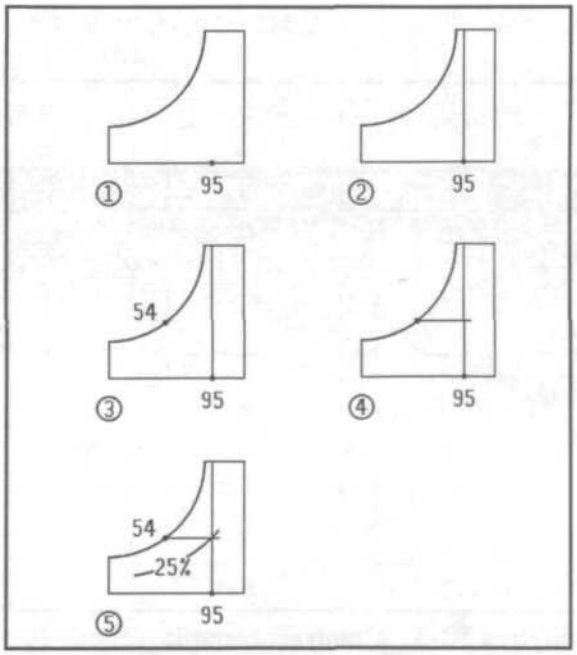


Figura 53-4. Determinación de la humedad relativa.

Paso 1. Localice los 95 grados en la escala de temperatura de bulbo seco.

Paso 2. Recuerde que esta línea es una línea que sube; dibújela con más fuerza en su mente.

Paso 3. Localice los 54 grados en la escala de la temperatura del punto de rocío.

Paso 4. Recorra a lo ancho la línea de la temperatura del punto de rocío hasta que cruce la línea de temperatura de bulbo seco.

Paso 5. Lea la línea curva que atraviesa por este punto, o sea la de la humedad relativa. En este ejercicio, la solución es que la humedad relativa es 25%.

Ejemplo cinco

Suponiendo una temperatura de bulbo húmedo de 74°F (23.3°C) y una temperatura del punto de rocío de 70°F (21.1°C), encuentre la cantidad total de calor contenida por el aire.

Solución:

Paso 1. Localice los 74 grados en la escala de la temperatura de bulbo húmedo.

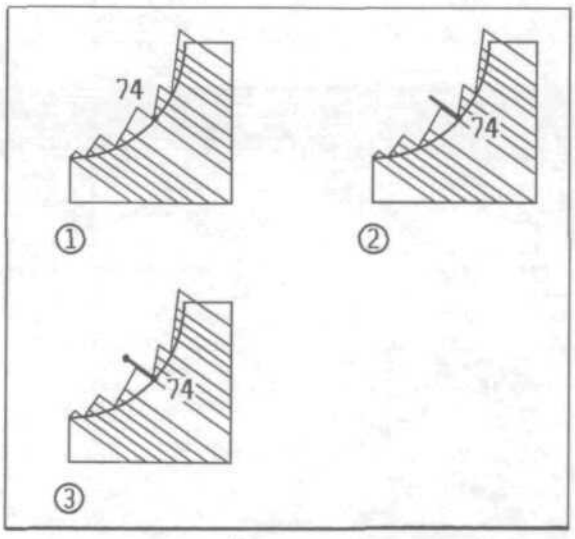


Figura 53-5. Determinación de la cantidad total de calor mediante la temperatura de bulbo seco.

Paso 2. Esta parece una pregunta capciosa. ¿Recuerda dónde está la escala del contenido total de calor que hay en el aire? Pues se trata de la escala de entalpia, que se encuentra hacia la izquierda de la línea curva que representa la curva de saturación. De manera que, en este ejercicio, hay que trazar una línea diagonal hacia arriba y hacia la izquierda hasta la escala del total de calor. No importa cuál sea la temperatura del punto de rocío.

Paso 3. Lea el calor total, que es 36.91 BTU por libra de aire.

Ejemplo seis

Suponiendo una temperatura de bulbo seco de 95°F (35°C), y una temperatura del punto de rocío de 54°F (12.2°C), encuentre la cantidad total de calor contenida en el aire.

Solución:

Paso 1. Localice los 95 grados en la escala de temperatura de bulbo seco.

Paso 2. La línea correspondiente es una línea ascendente; trácela más fuertemente en su imaginación.

Paso 3. Localice los 54 grados en la escala de la temperatura del punto de rocío.

Paso 4. Mentalmente, trace una línea a lo ancho de la carta, desde los 54 grados de la escala del punto de rocío, hasta que se cruce con la línea de la temperatura de bulbo seco. Ahora ya tiene el punto de intersección.

Paso 5. En este ejercicio, se le pidió que encontrara el contenido total de calor

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo el término entre paréntesis que complete las siguientes afirmaciones.

1. Considerando que tiene una temperatura de bulbo seco de 73°F y una temperatura de punto de rocío de 32°F, la temperatura de bulbo húmedo es (64°, 74°).
2. Considerando una temperatura de bulbo húmedo de 52 °F y un punto de rocío de 46°F, la temperatura de bulbo seco es (48°, 58°).
3. Si la temperatura de bulbo húmedo es 51°F y la temperatura de bulbo seco es de 59°F, entonces la temperatura del punto de rocío es (40°. 50°).
4. Si la temperatura de bulbo seco es 73°F y la temperatura del punto de rocío es 32°F, entonces la humedad relativa es (10%, 20%).
5. Suponiendo una temperatura de bulbo seco de 73°F y una temperatura de punto de rocío de 32°F, entonces la cantidad total de calor contenida en el aire es (21.5 BTU/lb, 31.5 BTU/lb).

Respuestas

1. 64 2. 58 3. 40 4. 20% 5. 21.5 BTU/lb

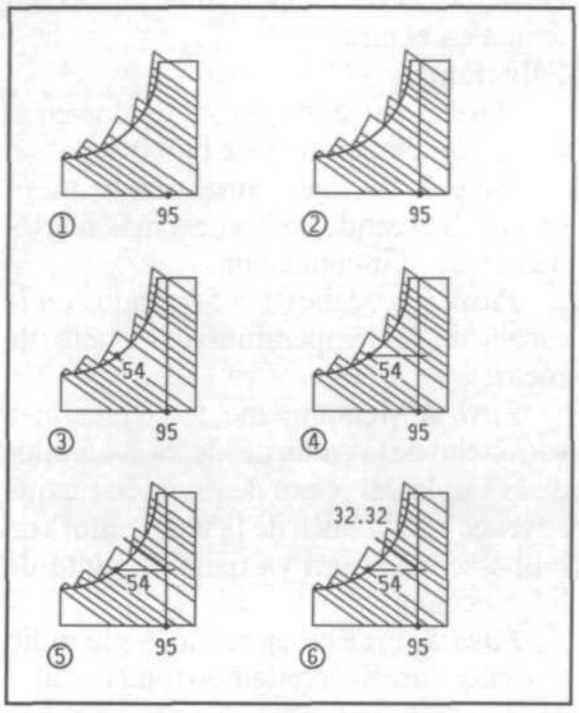


Figura 53-6 Determinación de la cantidad total de calor mediante la temperatura de bulbo seco.

en el aire, como en el ejemplo anterior. Sin embargo, en éste ha tenido que trabajar más. Trace una línea diagonal desde el punto de intersección hacia arriba y hacia la izquierda, hasta la escala del contenido total de calor en el aire.

Paso 6. Lea el calor total, que es ligeramente mayor que 32 BTU por libra de aire. Una manera de calcularlo con más exactitud es el procedimiento llamado "interpolación", pero en el presente caso la cifra de 32 BTU está bien.

Las cartas psicrométricas y los problemas del acondicionamiento de aire

Los cambios del calor total

Las dos grandes estaciones del año crean necesidades distintas por lo que se refiere a la calefacción y el enfriamiento. Durante el varano, lo que más interesa es reducir o eliminar el calor, de manera que el aire del interior esté fresco. Claro está que lo que importa en el invierno es lo contrario.

Ahora estudiaremos de qué manera se puede calcular la cantidad total de calor que es necesario eliminar (o añadir) por cada libra de aire seco en una situación determinada.

Supongamos que la temperatura de bulbo húmedo que tiene el aire exterior es de 75°F (23.8°C), y que la que usted desea en el interior de su casa es de 67°F (19.4°C). La cantidad total de calor que se debe eliminar es:

Cantidad total de calor a 75°F de temperatura de bulbo húmedo = 38.6 BTU/libra (¿Sabe usted de dónde procede esta cifra? Justamente de la carta psicrométrica.)

Cantidad total de calor a 67°F (19.4°C) de temperatura de bulbo húmedo = 31.6 BTU/libra

Por lo tanto, la diferencia es = 7 BTU/libra

De manera que la cantidad total de calor que se necesita eliminar para enfriar el aire interior desde los 75 grados de temperatura de bulbo húmedo hasta los 67 grados de temperatura de bulbo húmedo es de unos 7 BTU por libra de aire seco.

El calor sensible

En la lección anterior tratamos acerca del calor sensible, pero ahora vamos a explicarlo de manera algo más completa.

El calor sensible es calor que se le puede agregar o quitar a una sustancia sin que cambie de estado. Si dicha sustancia es aire, el cambio de su calor sensible dará como único resultado un cambio de su temperatura. El contenido de calor sensible se muestra mediante la temperatura de bulbo seco. Esta es la única cosa que cambia; ni la cantidad de vapor de agua, ni la presión, ni ninguna otra experimenta modificación alguna.

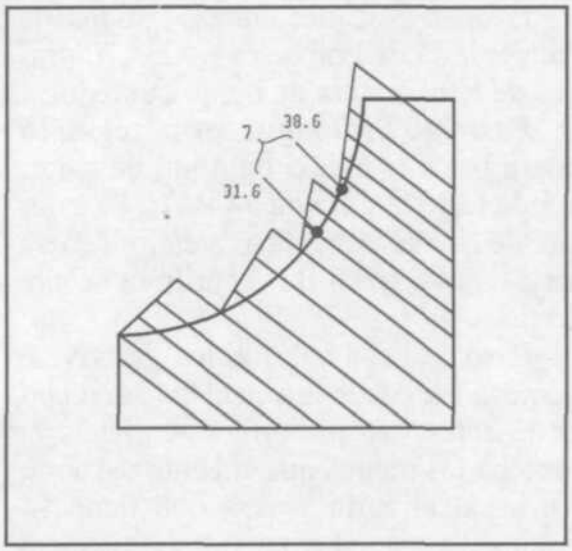


Figura 53-8 Cambio del calor total

Ejemplo Siete

Durante la temporada en que se requiere calefacción, el aire será calentado desde temperaturas de 65°F (18.3°C) de bulbo seco y 50°F (10°) de bulbo húmedo, hasta temperaturas de 88°F (31.1°C) de bulbo seco y 60°F (15.5°C) de bulbo húmedo. Encuentre la cantidad de calor sensible que se debe añadir por libra de aire seco.

Solución:

En este ejercicio, está usted poniendo en práctica lo que ya ha aprendido y dando un paso más.

Paso 1. Localice los 65°F (18.3°C) de bulbo seco y los 50°F (10°C) de bulbo húmedo.

Paso 2. Localice los 88°F (31.1°C) de temperatura de bulbo seco y los 60°F (15.5°C) de temperatura de bulbo húmedo.

Paso 3. Tome cada uno de los puntos que encontró en los pasos uno y dos, y prolongúelos diagonalmente hacia arriba y hacia la izquierda, hasta que lleguen a la escala del contenido total de calor.

Paso 4. Podrá leer las cifras de 20 y 26 BTU.

Paso 5. Reste 20 de 26, y verá que el cambio de calor sensible que se necesita es 6 BTU/libra.

El calor latente

La temperatura del punto de rocío siempre indica el contenido de humedad del aire. Cualquier cambio que haya en la temperatura del punto de rocío dará por resultado un cambio en el contenido de humedad del aire. De hecho, el contenido de humedad sólo puede cambiar mediante un cambio de la temperatura del punto de rocío. Por lo tanto, conviene tomar nota de que mientras la temperatura del punto de rocío sea constante, no podrán cambiar ni el contenido de humedad ni el vapor de agua que está presente en el aire.

La escala del contenido de humedad que se usa en casi todas las cartas psicrométricas indica los granos de humedad por libra, como ya vimos. Recuerde también que la escala de la tem-

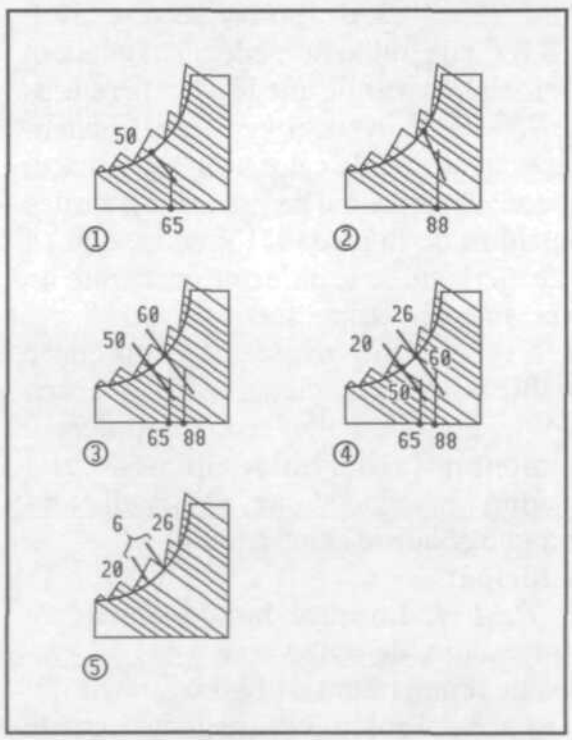


Figura 53-7 Cambio de calor sensible en aire de calefacción.

peratura del punto de rocío es la misma que la de la temperatura de bulbo húmedo que se encuentra a lo largo del empeine de la curva psicrométrica.

El "calor latente de vaporización" es la cantidad de calor (en BTU) que se requiere para cambiar un líquido a gas, a una temperatura constante. Si se tiene determinada cantidad de granos de humedad por libra de aire seco, debe de haber habido una cierta cantidad de calor que se necesitó para vaporizar esa humedad en el aire. Tenía que llegar allí de alguna manera. Esta cantidad de calor se define como el calor latente que se encuentra en la mezcla de aire y vapor de agua.

Ahora que ya tiene usted una mejor comprensión de lo que es el calor latente, veamos un problema de otro tipo.

Ejemplo Ocho

Un volumen de aire con temperaturas de 75°F (23.8°C) de bulbo seco y 57°F (13.8°C) de bulbo húmedo va a ser acondicionado para que quede a temperaturas de 75 y 70°F, respectivamente. Encuentre la cantidad de calor latente que habrá que añadir, así como los granos adicionales por libra de humedad. Fíjese en que en este ejercicio se le pide que encuentre no una, sino dos respuestas.

Piense un momento en este problema. Va a mantener usted la misma temperatura de bulbo seco, pero deberá aumentar la de bulbo húmedo. Le añadirá humedad al aire, y para ello tendrá que añadirle calor latente.

Solución:

Paso 1. Localice los 75 grados de temperatura de bulbo seco y los 57 grados de temperatura de bulbo húmedo.

***Paso** 2.* Prolongue este punto hasta la escala del total de calor, donde podrá leer la cifra de 24.5 BTU.

Paso 3. Localice los 75 grados de temperatura de bulbo seco y los 70 grados de temperatura de bulbo húmedo.

Paso 4. Prolongue este segundo punto hasta la escala del total de calor, donde leerá la cifra de 34 BTU. El calor latente que se le añada a este aire deberá ser 34 - 24.5 = 9.5 BTU por libra de aire seco.

***Paso** 5.* La escala de los granos de humedad se encuentra en el lado derecho de la carta, así que prolongue hacia la derecha los puntos que encontró. Ahora, lea usted la carta y verá que tiene 44 granos de agua al principio del proceso

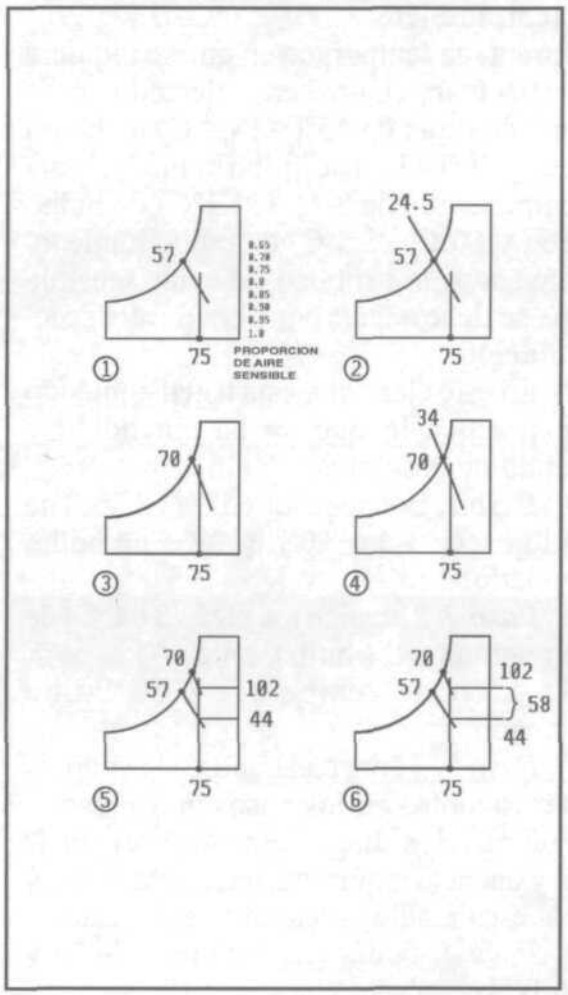


Figura 53-9 Cambio de calor latente y granos de humedad.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. *El* calor sensible es calor que se le puede agregar o quitar a una sustancia sin que cambie de_____.
2. La temperatura del_____siempre indica el contenido de humedad del aire.
3. El calor latente de vaporización es la cantidad de calor en BTU que se requiere para cambiar un líquido a_____, a una temperatura constante.
4. El contenido de humedad del aire sólo puede cambiar mediante un cambio de la temperatura del_____.
5. La escala del contenido de_____que se usa en casi todas las cartas psicrométricas indica los granos de humedad por libra de aire.

Respuestas

1. estado 2. punto de rocío 3. gas 4. punto de rocío 5. humedad

y 102 granos de humedad por libra de aire seco al final.

Paso 6. Los granos de humedad añadidos por libra de aire seco son 102 - 44 = 58 granos.

Este cambio de calor es calor latente debido únicamente a que no hubo ningún cambio en la temperatura de bulbo seco del aire.

Cómo mezclar dos mezclas de aire

Tanto en el acondicionamiento de aire como en la calefacción, se combinan dos mezclas de aire, cada una de las cuales tiene sus propias características. Hay ocasiones en las que la provisión de aire acondicionado se mezcla con el aire de la habitación; otras veces, se mezcla con aire de desvío. Tal vez se añada aire fresco para fines de ventilación. Cuando se conocen las propiedades de los diversos tipos de aire, se puede usar la carta psicrométrica para determinar las propiedades de la mezcla final.

Ejemplo Nueve

El aire exterior tiene temperaturas de 95°F (35°C) de bulbo seco y 75°F (23.8°C) de bulbo húmedo. Va a ser mezclado con aire de retorno que está a una temperatura de 70°F (21.1°C) de bulbo seco y tiene una humedad relativa de 10%. La mezcla consistirá en 25% de aire exterior y 75% de aire de retorno. Encuentre las temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo que resultarán de esa mezcla.

Solución:

Al primer punto de intersección (encontrado para el aire exterior) lo llamaremos A, y al segundo (para el aire de retorno) B.

Nuevamente, recuerde que sólo necesita conocer dos datos acerca del aire del ejemplo para poder encontrar en la carta el resto.

Paso 1. Trace en la carta los puntos A y B. Se le está pidiendo que resuelva este ejercicio con menos ayuda que la que recibió en algunos de los otros. Lo más probable es que a estas alturas ya pueda hacerlo sin grandes dificultades.

Paso 2. Dibuje una línea entre los puntos.

Paso 3. Determine !a temperatura de bulbo seco, sumando los porcentajes de cada temperatura de bulbo seco, como indicamos: 25% de 95 grados es 23.75 y 75% de 70 grados es 52.5. Esto significa que la temperatura de bulbo seco resultante de la mezcla es 23.75 + 52.5 = 76.25°F (24.5°C).

Paso 4. Localice en la carta los 76.25ºF de temperatura de bulbo seco, y suba hacia arriba a partir de este punto hasta que encuentre la línea de la mezcla. A este punto lo llamaremos C.

Paso 5. Ya le falta poco para terminar. Ahora, prolongue el punto C hasta la escala de temperatura de bulbo húmedo, donde podrá leer la cifra de 55.7ºF (13.1ºC).

Por lo tanto, encontró que la nueva mezcla tiene una temperatura de bulbo seco de 76.25ºF y una temperatura de bulbo húmedo de 55.7ºF.

Tome nota de que hallar la temperatura de bulbo seco resultante de una mezcla de aire por medio del método de porcentajes, como hicimos en el paso 3, se considera correcto. Sin embargo, lo que NO es correcto es usar ese método cuando se trabaja con la temperatura de bulbo húmedo.

Si se tratara de hallar la temperatura de bulbo húmedo, se podría hacer de manera indirecta. Primero se determina el total de calor para cada condición del aire, y luego se aplica el método de porcentajes para encontrar el calor total resultante de la mezcla de aire. Con base en este dato, puede encontrarse entonces la temperatura de bulbo húmedo correcta.

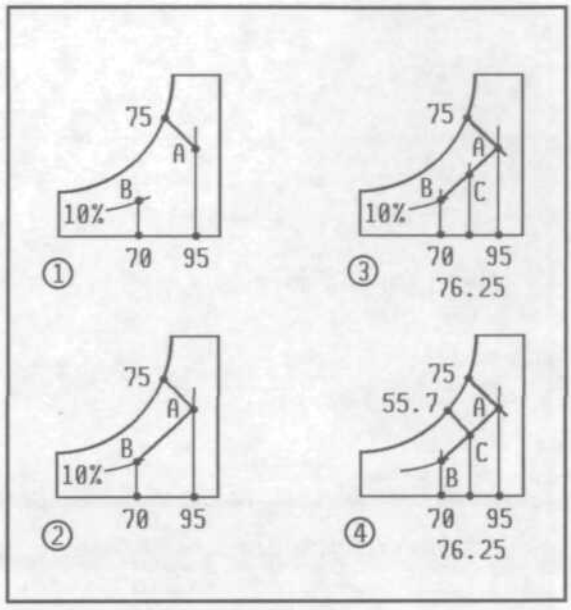


Figura 53-10 Mezcla de dos volúmenes de aire.

El aire acondicionado

El acondicionamiento del aire no se comenzó a usar en gran escala sino hasta alrededor de 1920. Inicialmente se utilizó en los ferrocarriles y los teatros. En ellos, mucha gente conoció por primera vez la comodidad y las ventajas de contar con aire frío durante el verano. Sin embargo, entonces había cierta confusión acerca de los términos acondicionamiento del aire y enfriamiento.

En realidad, el término "acondicionamiento del aire" abarca todas las maneras en que es posible acondicionarlo. Puede referirse al acondicionamiento total por medio de la circulación del aire, o a su enfriamiento, calentamiento, humidificación, deshumidificación o limpieza.

El proceso de calefacción supone la circulación, calentamiento, humidificación y limpieza del aire. En el proceso de enfriamiento intervienen la circulación, enfriamiento, deshumidificación y limpieza del aire.

La definición universalmente aceptada del término "acondicionamiento del aire" es la siguiente: el control mecánico simultáneo de

- La temperatura
- La humedad
- La pureza del aire
- El movimiento del aire

Si no se toman en cuenta todos estos aspectos, no debe utilizarse el término acondicionamiento del aire.

Las dos grandes razones de usar aire acondicionado son:

- Mejorar el control de algún proceso industrial
- Contribuir a mantener el confort de las personas

Las condiciones en que debe realizarse un proceso industrial las determinan la naturaleza del mismo, el material que se maneja o las necesidades del equipo que se utiliza. Las condiciones que se deben mantener para el confort de las personas toman en cuenta las necesidades del cuerpo humano. Por lo tanto, debemos comprender las funciones esenciales del cuerpo, con el fin de mejorar nuestra comprensión del acondicionamiento del aire.

La comodidad de un cuerpo humano depende de la rapidez con la que se libera del calor. Y es que, de hecho, los humanos somos unas unidades calefactoras. Nuestro combustible son los alimentos, que se componen de carbono e hidrógeno. La energía que contienen los alimentos —nuestro combustible— es liberada por la oxidación. El oxígeno que se utiliza en este proceso procede del aire de nuestro alrededor; y los principales productos de la combustión son el anhídrido carbónico y el vapor de agua. Este es el proceso que los médicos llaman "metabolismo".

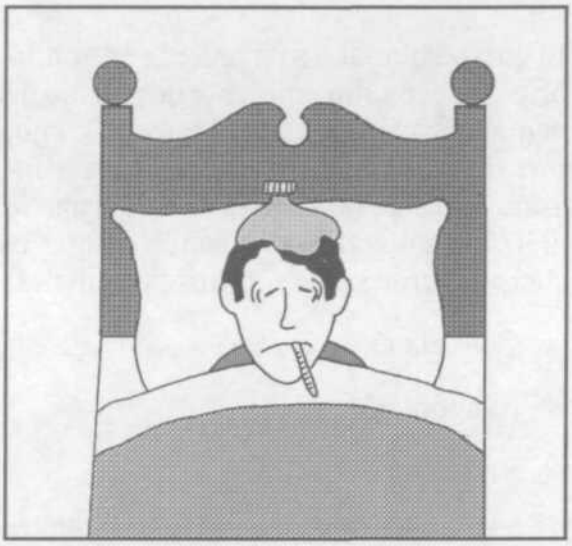


Figura 53-11 Cuando uno se enferma, aumenta la temperatura corporal.

Esta es una nueva manera de ver nuestros cuerpos: como máquinas calefactoras que consumen combustible. Usted (y todos) constituimos una máquina buena y eficiente. Tiene una temperatura constante. Probablemente, la temperatura interior de su cuerpo es de 37°C (98.6°F) ¿Cuántas veces se ha tomado la temperatura para ver si está enfermo? Cuando se indispone, su cuerpo se calienta pues se esfuerza por librarse de la infección mediante el calor. El mecanismo que regula la temperatura del cuerpo es muy delicado.

Como siempre estamos produciendo más calor del necesario, el rechazo del exceso es un proceso constante. La función principal del aire acondicionado es ayudar al cuerpo a controlar el ritmo de enfriamiento. Y la desempeña por igual

en las temporadas de calentamiento o de enfriamiento. Durante el verano, la tarea es aumentar la velocidad a la que se enfría el cuerpo; y durante el invierno, reducirla.

El cuerpo humano y la pérdida de calor

El cuerpo humano se mantiene en equilibrio con el medio ambiente por medio de pequeños cambios fisiológicos, como, por ejemplo, aumentando o disminuyendo el flujo de la sangre hacia la piel. Los métodos mediante los que el cuerpo pierde calor son tres principales:

- Convección
- Evaporación
- Radiación

Estos métodos se muestran en la Figura 53-12. Fíjese en que los factores de confort térmico que influyen sobre la pérdida de calor se muestran también en la parte inferior del dibujo.

Explicaremos brevemente los términos anteriores.

Convección

En el proceso de convección, el aire cercano al cuerpo se calienta más que el que está más alejado de la piel. Como el aire caliente es más ligero que el aire frío, el aire caliente se eleva y es sustituido por el más fresco. El enfriamiento por convección es un proceso continuo, de manera que, cuando este aire a su vez se calienta, se eleva también. Aunque la temperatura de las profundidades del cuerpo humano se conserva en 37ºC (98.6ºF), la de la piel presenta variaciones.

En el adulto promedio, la temperatura de la superficie de la piel es de

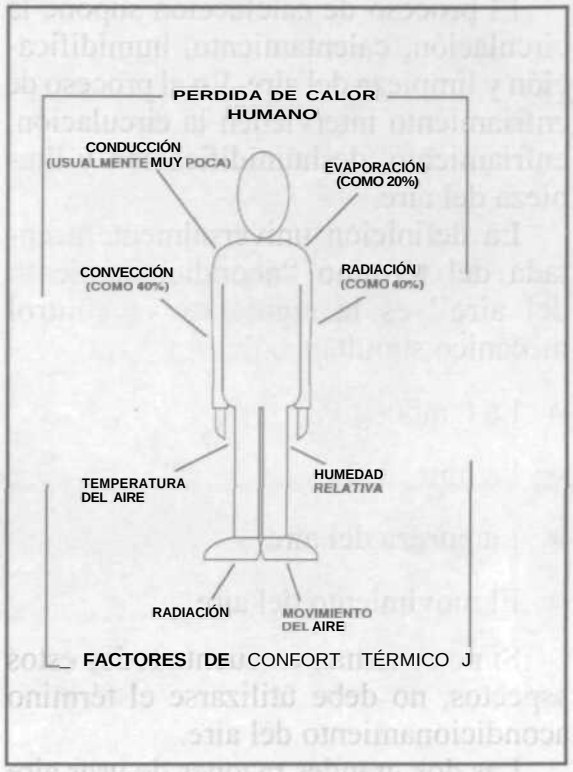


Figura 53-12 El cuerpo humano y la pérdida de calor.

26.7°C (80°F). El cuerpo puede ganar o perder calor según sean las condiciones del aire circundante. Cuando la temperatura del aire es más alta que la de la piel, el cuerpo gana calor y la persona se siente incómoda. Cuando la temperatura del aire es más baja que la de la piel, el cuerpo pierde calor. Otra vez, puede suceder que la persona se sienta incómoda.

La piel se siente bastante cómoda cuando la temperatura del aire es como de 21ºC (unos 70°F). El rango total de su temperatura va de los 4.4°C (40°F) a los 40.6°C (105ºF). No obstante, si la temperatura del aire aumenta 5.56ºC (10ºF), la de la piel aumenta únicamente 1.67ºC (3ºF).

Tanto la humedad como la temperatura influyen en el confort del cuerpo humano. Sin embargo, no son los únicos responsables de que las personas se sientan cómodas o incómodas. Al calentar o

enfriar una habitación, se deben considerar también otros factores como la velocidad del aire, el nivel de ruido y la variación de la temperatura.

Radiación

El calor irradia directamente del cuerpo hacia cualquier superficie más fría, tal y como los rayos del sol viajan a través del espacio y calientan la superficie terrestre. El calor puede fluir de la piel a cualquier superficie u objeto que esté más frío que el cuerpo. Este proceso no depende del proceso de convección que se definió anteriormente.

Este mismo principio se aplica cuando, en un campamento, nos calentamos ante una fogata. El lado de uno cercano a la fogata se calienta, mientras que el otro sigue frío. La temperatura del aire entre la persona y el fuego es igual que la de su parte posterior.

Evaporación

El control del calor por evaporación es el proceso por medio del cual, se despide humedad (o transpiración) a través de los poros de la piel. Cuando esta humedad se evapora, absorbe el calor del cuerpo y lo enfría.

El efecto de la evaporación se puede sentir más fácilmente si se pone alcohol en la piel, porque el alcohol requiere menos tiempo para evaporarse y absorbe más rápidamente el calor. Esta evaporación convierte la humedad en vapor o vaho a baja presión, y lo hace una y otra vez. La aparición de gotas de sudor en la piel es señal de que el cuerpo está produciendo más calor que el que le es posible rechazar a su ritmo normal.

No hay regla una fija según la cual todas las personas se sientan cómodas. Todos conocemos personas de quienes decimos que son de "sangre caliente" o "sangre fría". Es posible que en una

EVAPORACIÓN
(por cambio de la humedad en vapor)

- Humedad relativa
- Superficie "húmeda ' del cuerpo (depende de la velocidad de transpiración)
- Velocidad del aire circundante

RADIACIÓN
(por ondas electromagnéticas)

- Temperatura radiante media (TRM) (influencia de las temperaturas de las superficies contiguas)
- Superficie de "radiación" del cuerpo (menor que la superficie de "convección", debido a superficies encontradas entre sí, etc.

CONVECCIÓN
(por movimiento del aire)

- Diferencia de temperatura entre la piel y el aire circundante
- Superficie del cuerpo expuesta al aire en movimiento
- Velocidad del aire circundante

CONDUCCION
(por contacto físico)

- Pérdida (o ganancia) de calor por conducción usualmente es muy pequeña

Figura 53-13 Factores básicos de la pérdida de calor térmico.

misma condición atmosférica haya jóvenes que se sientan ligeramente calientes, mientras que una persona de edad se siente fresca. Al parecer, el proceso de envejecimiento reduce la eficacia del cuerpo para controlar la pérdida de calor.

La Figura 53-13 muestra los tres principales grupos de factores que intervienen en la pérdida de calor, y agrega otro menos importante: el de la conducción. Construcciones tradicionales

La conducción tiene lugar cuando el calor emigra de un objeto caliente a otro menos caliente con el que está en contacto. Hay conducción de calor, por ejemplo, cuando abrazamos a un perrito que está tiritando de frío para que se caliente con el calor de nuestro cuerpo. En el caso de la pérdida de calor corporal, generalmente la conducción no es una consideración de importancia.

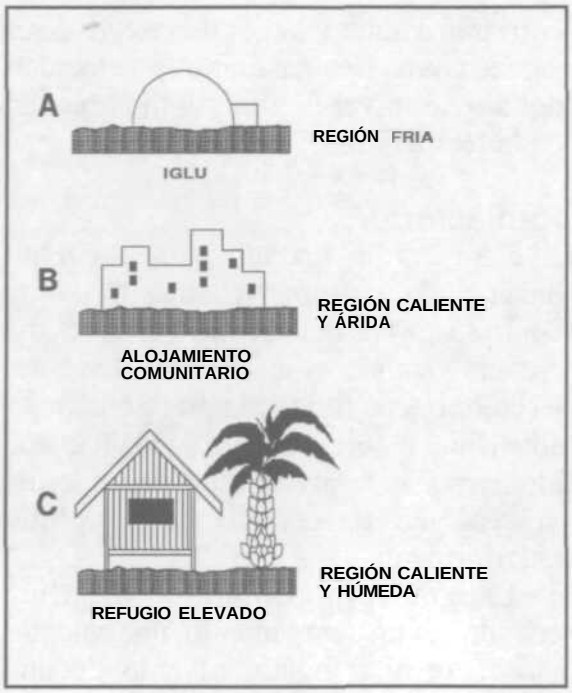


Figura 53-14. Construcciones tradicionales

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Término que define las características adecuadas del aire ambiente de una habitación. _____
2. Factor del cual depende la comodidad de un cuerpo humano. _____
3. Función principal del aire acondicionado.
4. Forma de transmisión de calor del cuerpo más caliente al más frío a través del aire. _____
5. Proceso de transmisión de calor que se manifiesta en el cuerpo humano a través de transpiración por los poros de la piel.

a. rapidez de liberación de calor.
b. radiación.
c. evaporación.
d. acondicionamiento del aire.
e. ayudar al cuerpo a controlar su ritmo de enfriamiento.

Quienes tienen a su cargo la instalación del sistema de acondicionamiento del aire de un edificio pueden lograr condiciones apropiadas para un buen confort térmico si adaptan la construcción a su clima, si seleccionan debidamente los materiales y si utilizan con eficiencia los sistemas mecánicos. Las ilustraciones de la Figura 53-14 son interesantes, porque muestran la manera en que varias construcciones tradicionales se han enfrentado eficazmente a una amplia variedad de exigencias del clima con objeto de que sus ocupantes se sintieran confortables.

Región fría (A en la Figura 53-14)

- El aire encerrado por la nieve brinda aislamiento térmico.
- «3° El recubrimiento parejo del interior, con hielo, lo sella contra las filtraciones del aire exterior y la pérdida del calor interior generado por los ocupantes, los fuegos y demás.
- Las pieles colocadas en las superficies del interior reducen la pérdida del calor radiante por parte de los ocupantes.

Región caliente y seca (B en la Figura 53-14)

- El adobe utilizado en la construcción de los techos y paredes reduce el impacto de la radiación solar, debido sobre todo al grosor de estas últimas.
- El adobe también retiene el calor por largo tiempo, de manera que se cuenta con una temperatura cálida cuando anochece y refresca.
- Por su tamaño pequeño, las puertas y ventanas reducen la transmisión directa de la radiación solar.
- El edificio está alineado en una dirección este-oeste.

Región caliente y húmeda (C en la Figura 53-14)

- Las salientes del techo brindan sombra a la estructura para reducir la radiación solar.
- Las paredes caladas y los pisos elevados facilitan la circulación del aire para enfriar por ventilación natural.

La capacidad del cuerpo para despedir calor

Existen tres condiciones que afectan la capacidad del cuerpo para despedir calor:

- La temperatura
- La humedad relativa
- El movimiento del aire

Las tres son importantes, y el cambio de cualquiera de ellas puede hacer que cambie el confort de quien se encuentra en un espacio.

Temperatura del aire

Si el aire está más frío que la piel, el proceso de convección se acelera. Cuanto más frío es el aire, tanto más calor pierde el cuerpo mediante la convección. El aire siempre fluye de un sitio más caliente a un sitio más frío. Cuanto mayor es la diferencia de la temperatura, tanto más rápido es el flujo del calor. Si esta diferencia es demasiado grande, el cuerpo pierde calor más aprisa de lo que debiera, y acaba por sentirse incómodo. ¡Así que ahora tiene usted un argumento para defenderse si alguno de sus familiares quisiera fijar demasiado bajo

Figura 53-15 La temperatura ambiente más agradable para las personas oscila entre los 22.2°C y los 26.7°C

durante el verano el termostato de la refrigeración!

Naturalmente que cuando el aire está más caliente que la piel, el proceso de convección funciona al revés. El calor emigra del aire hacia la piel, con lo que el calor corporal aumenta. Para las personas, las temperaturas más agradables se encuentran entre los 22.2°C (72°F) y los 26.7°C (80°F).

Otra consideración importante en relación con la temperatura es la del calor radiante que hay en un espacio. Si cualquiera de las superficies que lo rodean está caliente, su temperatura afecta a la velocidad de radiación del cuerpo. Cuanto más baja es la temperatura de la superficie, tanto más calor despide el cuerpo mediante la radiación de calor. Lo contrario también es cierto.

Humedad relativa

Hemos definido la humedad relativa como una medida de la cantidad de humedad que hay en el aire. Es una proporción entre la cantidad de vapor de agua que está presente y la cantidad que podría estar presente si el aire se encontrara saturado a esa temperatura y presión. Cuando el aire que rodea al cuerpo tenga una baja humedad relativa, el cuerpo despedirá más calor mediante evaporación. Pero cuando el aire tenga un alta humedad relativa, el cuerpo despedirá menos calor por evaporación. Cualquier persona que se haya duchado durante uno de esos días calurosos y bochornosos sabe que la alta humedad relativa dificulta la tarea de secarse. Un aire acondicionado que tenga una temperatura de 26.7°C (80°F) y una humedad relativa del 50% será razonablemente confortable.

Movimiento del aire

El movimiento del aire es el principal responsable de que aumente la velocidad a la que la transpiración de nuestro cuerpo se evapora. La evaporación depende de la capacidad del aire para absorber la humedad. A medida que recorre la piel, el aire cargado de agua va siendo sustituido por aire más seco, que puede absorber más humedad.

Si se deja que el aire permanezca inmóvil, el que está junto a la piel absorbe toda el agua de que es capaz hasta que alcanza el punto de saturación.

El movimiento del aire también acelera el proceso de la convección. Esto es posible porque el aire caliente junto a la piel es sustituido por aire más fresco, y el cuerpo le cede su calor al aire.

Asimismo, el movimiento del aire recauda el calor de las paredes, de los techos, de las estufas calientes y de varias otras cosas. Esto contribuye a acelerar el proceso de la disipación del calor.

Como podrá usted apreciar ahora, el movimiento del aire es una de las condiciones que afectan directamente a nuestro confort físico. En años recientes, los ventiladores eléctricos portátiles y de cielo raso se han vuelto cada vez más

Figura 53-16. Movimiento de la corriente de aire.

populares. La razón es que el movimiento del aire acelera tres procesos básicos: la evaporación, la convección y la radiación.

En los siguientes dibujos se muestran varias de las teorías básicas del movimiento del aire. La Figura 53-16 es una guía de las mejores direcciones de las corrientes de aire para personas que se encuentren sentadas.

La Figura 53-17 muestra la distribución del aire en dos ubicaciones de una habitación con sólo una ventana (pared vidriada). Puesto que el aire caliente se eleva, la posición del suministro de aire afecta considerablemente el confort y la convección. Las partes sombreadas muestran, en términos generales, la manera en que el aire caliente puede arropar las superficies de una habitación. En la mitad superior de la Figura 53-17, las corrientes de aire procedentes de las superficies vidriadas, que están frías, van dirigidas hacia los ocupantes de la habitación. En la mitad inferior, el abastecimiento continuo de aire caliente contrarresta las corrientes descendentes de las superficies vidriadas.

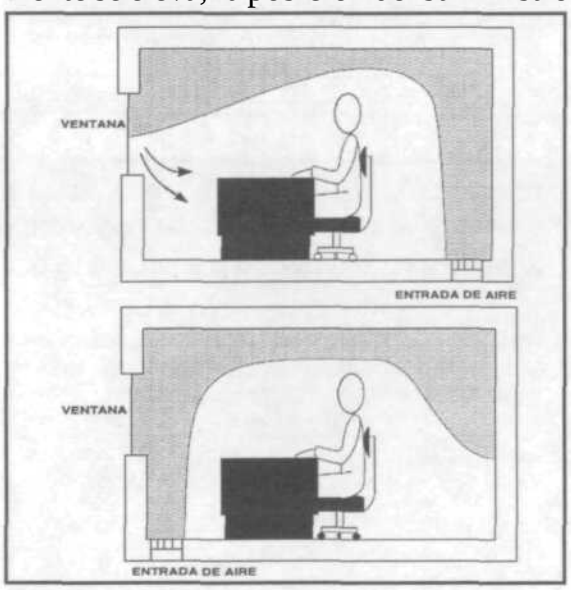


Figura 53-17. Convección del aire natural.

La velocidad del aire

Se han llevado a cabo varios estudios de la manera en que la gente reacciona a las diversas condiciones producidas en una habitación por el movimiento del aire. La velocidad del aire se expresa en pies o en metros por minuto. El movimiento del aire contribuye al confort térmico al eliminar la humedad y el calor en torno al cuerpo. A continuación, se asientan algunas de las respuestas típicas a las diferentes velocidades del aire.

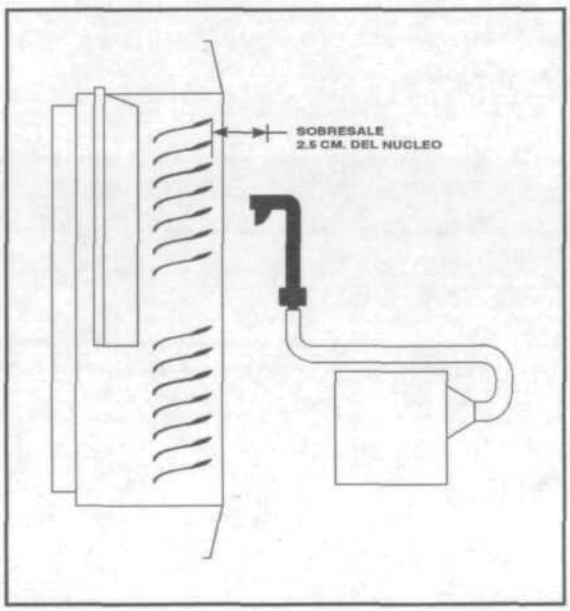


Figura 53-16 Velómetro.

O a 10ppm: Quejas de que el aire está estancado.

10 a 50 ppm: Generalmente favorables.

50 a 100 ppm: Conciencia del movimiento del aire, pero puede ser confortable.

100 a 200 ppm: Conciencia constante del movimiento del aire, pero puede ser aceptable si el suministro de aire es intermitente y su temperatura superior a la de la habitación.

200 a más ppm: Condiciones de turbulencia en aumento, con quejas de que el "viento" es un problema.

Al investigar el confort que ofrece una habitación, lo mejor es medir la velocidad del aire a una distancia de entre 10 y 180 cms del nivel del piso. La velocidad se mide con un velómetro. La medida de la velocidad del aire se expresa en pies cúbicos por minuto (pcm).

Para calcular el flujo en pies cúbicos por minuto del aire procedente de un registro o una rejilla de un sistema de aire acondicionado, se multiplica la velocidad frontal por los pies cuadrados de área libre.

Digamos, por ejemplo, que hay una compuerta con 144 pulgadas cuadradas (un pie cuadrado) de área libre y una velocidad frontal de 500 pies por minuto (medida con un velómetro). Entonces, habría 1 x 500 = 500 pies cúbicos por minuto (pcm).

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Existen tres condiciones que afectan la capacidad del cuerpo para despedir calor y son: la temperatura, la humedad relativa y el_____.
2. La humedad relativa es una proporción entre la cantidad de_____que está presente y la cantidad que podría estar presente si el aire se encontrara saturado a esa temperatura.
3. El_____es el principal responsable de que aumente la velocidad a la que la transpiración de nuestro cuerpo se evapora.
4. La velocidad del aire se expresa en_____.
5. La velocidad del_____se mide con un velómetro.

Respuestas

1. movimiento del aire 2. vapor de agua 3. movimiento del aire 4. pies por minuto 5.

Resumen

Cuando terminemos esta lección habremos avanzado notablemente en la comprensión y manejo de las cartas psicrométricas. Ya conoceremos cómo hallar el punto de intersección de dos puntos determinados cualesquiera. Lo más importante que se debe tener presente es a qué corresponde cada línea. Logrado esto, el resto es mucho más fácil. En caso necesario, repase la lección en la que se desmenuzó y explicó en detalle la carta.

Se ha invertido una buena cantidad de tiempo en resolver los ejercicios por medio de la carta psicrométrica. En los últimos ejemplos del uso de la carta, vimos cómo se calculaba el resultado de mezclar dos mezclas de aire de propiedades diferentes.

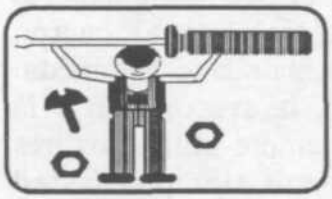
El "acondicionamiento del aire" se define como el control mecánico de la temperatura, la humedad, la pureza del aire y el movimiento del aire, todo de manera simultánea.

El acondicionamiento del aire se utiliza para mejorar el control de los procesos industriales o para contribuir al confort de las personas.

Según vimos, el cuerpo humano es una máquina calefactora. El cuerpo pierde calor principalmente por medio de la convección, la evaporación y la radiación. Casi siempre utiliza los tres métodos al mismo tiempo. Usted aprendió la definición de cada uno de estos tres términos.

Las tres condiciones que influyen en la capacidad del cuerpo para despedir calor son la temperatura, la humedad relativa y el movimiento del aire. Si cambia cualquiera de estas condiciones, el proceso de enfriamiento se hace más rápido o más lento. Cuando el aire tiene una temperatura más baja que la de la piel, acelera el proceso de convección. La humedad relativa regula la cantidad de calor que el cuerpo puede rechazar por medio de la radiación. Los aumentos de la velocidad a la que la transpiración del cuerpo se evapora se deben, principalmente, al movimiento del aire. La evaporación depende de la capacidad del aire para absorber humedad.

La velocidad del aire se expresa en pies cúbicos por minuto, y afecta la comodidad del ser humano al eliminar la humedad y el calor en torno al cuerpo.



Tareas prácticas

Verificación **de la velocidad del aire**

- Materiales que usted necesitará
- Un anemómetro (velómetro)
- Un reloj con cronómetro
- Papel y lápiz

Información previa

Aunque el sistema lleve la cantidad de aire requerida a cada una de las áreas acondicionadas, si el aire no se distribuye correctamente puede ocasionar molestias. Uno de los factores críticos que afectan el grado de confort en cada área es la velocidad del aire. Las velocidades de menos de 15 pies/min. pueden causar una sensación de estancamiento; y las de más de 65 pies/min., corrientes de aire desagradables.

Las velocidades de entre 25 y 30 pies/min. se consideran las más satisfactorias en zonas ocupadas. El aire sale en los suministros a una temperatura y velocidad muy diferentes a las del aire en la zona ocupada. Por consiguiente, más distribución correcta del aire exige que el que sale por las rejillas y difusores se mezcle primero con el aire de la pieza, antes de pasar a la parte ocupada por las personas. El aire que sale por los suministros debe también contrarrestar los efectos naturales de la convección y de la radiación dentro de las áreas habitadas.

Lo que usted deberá hacer

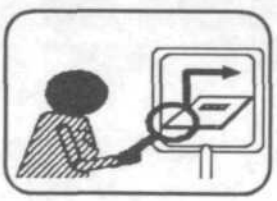
Verificará físicamente la velocidad del aire que sale por la rejilla de un difusor de ventilación.

Procedimiento

1. Seleccione una rejilla (difusor) de aire que haga llegar aire a una habitación.
2. Coloque el anemómetro sobre la rejilla y, después de 10 seg., anote la lectura que registra la carátula central del mismo.
3. Con un flexómetro, tome las medidas correspondientes al alto y ancho de la rejilla de aire. Tome las dimensiones en la misma unidad de medida en que registre la carátula del anemómetro (cm, plg, pies, m).
4. Multiplique el alto por el ancho dela rejilla, para obtener su área.
   A = bxh
5. Multiplique el producto por la velocidad registrada en el anemómetro. Asegúrese de que trabaja con unidades homogéneas.
6. Repita el proceso 3 ó 4 veces más, a fin de conseguir un valor promedio.

Conclusiones

Los conocimientos básicos aprendidos en esta lección, tales como la velocidad del aire y del uso de instrumentos para medirla, pueden ser de gran utilidad en el diseño, balanceo y servicio de los sistemas de distribución de aire.



... y después, ¿qué sigue?

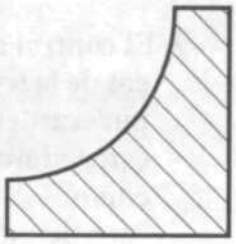
¿Cuáles son las funciones de un sistema de distribución de aire? ¿Qué componentes tiene un deshumidificador eléctrico? ¿Cuánto mide un grano de polvo? ¿Cuántos y cuáles tipos de filtro hay? ¿Cuáles son los principales tipos de ventiladores de techo? ¿Qué es un ventilador tuboaxial? ¿Dónde se emplean con más éxito los ventiladores radiales? ¿De qué tipo suelen ser los ventiladores de torres de enfriamiento?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

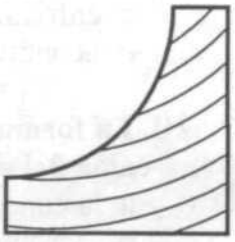
1. En una carta psicométrica como la mostrada, las líneas indicadas son las de:

a. Entalpia
b. Volumen específico
c. Humedad absoluta
d. Temp. de bulbo húmedo



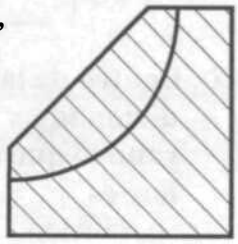
2. En la carta psicométríca, las líneas indicadas son las de:

a. Temp. de bulbo seco
b. Volumen específico
c. Humedad relativa
d. Punto de rocío



3. En una carta psicométríca, las líneas indicadas son las de:

a. Entalpia
b. Volumen específico
c. Punto de rocío
d. Temp. de bulbo húmedo



4. Si se cuenta con una temperatura de bulbo seco de 78°F y una temperatura de bulbo húmedo de 70°F, a través de la carta psicrométrica se obtiene que la humedad relativa existente es de

a. 50%
b. 70%
c. 60%
d. 80%

Recorte aquí el talón de respuesta y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de lección **L453**

5. Si se tiene una temperatura de bulbo seco de 90°F y una temperatura de bulbo húmedo de 75°F, entonces en la carta psicrométrica se obtiene una temperatura de punto de rocío de

a. 59°F.
b. 69°F.
c. 79°F.
d. 89°F.

6. Dentro de la industria del aire acondicionado y la calefacción, en el verano lo que interesa reducir o eliminar es

a. el frío.
b. la presión.
c. el vacío.
d. el calor.

7. En el aire, el cambio de su calor sensible dará como único resultado un cambio de su

a. presión.
b. humedad relativa.
c. temperatura.
d. volumen.

8. En una mezcla de aire, cuando se conocen las propiedades de los diversos tipos de aire, se pueden determinar las propiedades de la mezcla final a través de

a. la carta psicrométrica.
b. la temperatura de bulbo húmedo.
c. la entalpia.
d. el volumen específico.

9. El control a través de medios mecánicos de la temperatura, la humedad, la pureza del aire y el movimiento de éste, simultáneamente, se define como

a. psicrometría.
b. refrigeración.
c. enfriamiento.
d. acondicionamiento del aire.

10. La forma más usual de control del calor del cuerpo humano es

a. la conducción.
b. la evaporación.
c. la convección.
d. la radiación.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. Componentes principales de un sistema de distribución de aire....6
3. Resumen....21
4. Tarea práctica....22
5. Examen..., ...25

Distribución de aire
(Primera parte)

L454 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Componentes principales de un sistema de distribución de aire, 6
- Humidificación, 6
- Humidificadores, 6
- Deshumidificadores, 7
- Filtración, 8
  - Polvo, 9
  - Gases, 9
  - Humo, 10
  - Contaminantes líquidos del aire, 10
- Tipos de filtros, 10
- Limpiadores de aire secos, 10
  - Mantenimiento, 11
- Limpiadores de aire húmedos, 14
- Ventilación, 15
- Ventilación natural, 16
- Ventilación mecánica, 16
- Movimiento del aire, 17
  - Ventiladores axiales, 17
  - Ventiladores radiales, 18
  - Área de admisión del ventilador, 18
  - Área de salida del ventilador, 18
  - Eficiencia mecánica, 19
  - Entrada de energía, 19
  - Salida de energía, 19
  - Eficiencia estática, 19
  - Presión estática, 19
  - Presión total, 19
  - Presión de velocidad, 19
  - Volumen, 20

Resumen, 21

Tarca práctica:
- Procedimiento de limpieza de un filtro de tipo mecánico, 22

Examen, 25

Introducción

Uno de los mercados de mayor expansión dentro de la industria de la refrigeración y el aire acondicionado es precisamente el del aire acondicionado. Esto hace necesario que un buen técnico de servicio cuente con suficientes conocimientos sobre el tema como para poder ser competitivo en su mercado de trabajo.

Como ya hemos estudiado anteriormente, para que un ambiente se considere de aire acondicionado se deben de cumplir ciertas condiciones como son temperatura, humedad, ausencia de impurezas y circulación de aire, entre otras.

En esta lección haremos un estudio de los principales componentes que conforman un sistema de distribución de aire, y se dará una amplia explicación de los humidificadores y deshumidificadores.

Una de las alternativas de trabajo de los técnicos de servicio son los contratos de servicio que establecen una revisión periódica del sistema y la limpieza de algunas partes, para lograr el óptimo funcionamiento del equipo. Entre esas partes que requieren limpieza periódica está el filtro de aire, así que aquí le explicamos los diferentes tipos de filtros con que se puede usted encontrar y cómo llevar a cabo su limpieza.

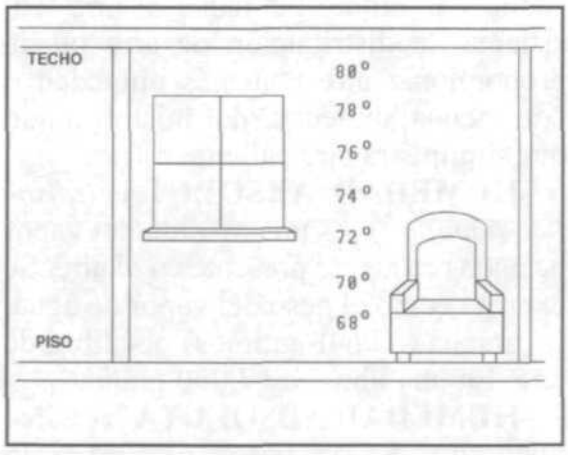


Figura 54-1 El sistema de distribución no está trabajando como debe y la temperatura está estratificada.

Finalmente, haremos mención de los diferentes tipos de ventilación que se utilizan en el acondicionamiento del ambiente, para que usted cuente con un conocimiento más amplio.

Como cada una de las lecciones que conforman este curso, ésta también es de gran utilidad para usted en su formación profesional, así que le será de mucha ayuda seguir las recomendaciones que ya le hemos hecho en las lecciones anteriores.

Definiciones y descripciones

Para entender una explicación sobre la distribución del aire, es necesario conocer ciertos términos. Algunos de ellos aparecieron en otras lecciones que ya ha leído usted, pero vale la pena repasarlos. Otros tienen un significado ligeramente diferente en el terreno de la distribución del aire.

AIRE SECO *(dryair).* Este es el aire que no contiene vapor de agua. En su estado natural, el aire siempre tiene cierta cantidad de vapor de agua.

AIRE SATURADO *(saturatedair).* Es el aire que contiene todo el vapor de agua que es capaz de absorber en su situación presente de presión y temperatura. Cuando el aire está saturado, las temperaturas de bulbo seco, de bulbo húmedo y el punto de condensación o rocío son exactamente iguales.

ÁREA DE SALIDA *(outlet área).* Es la superficie a través de la cual sale la corriente de aire en el punto donde medimos su velocidad. Para calcular correctamente los pies cúbicos por minuto, debe usted conocer el punto de la

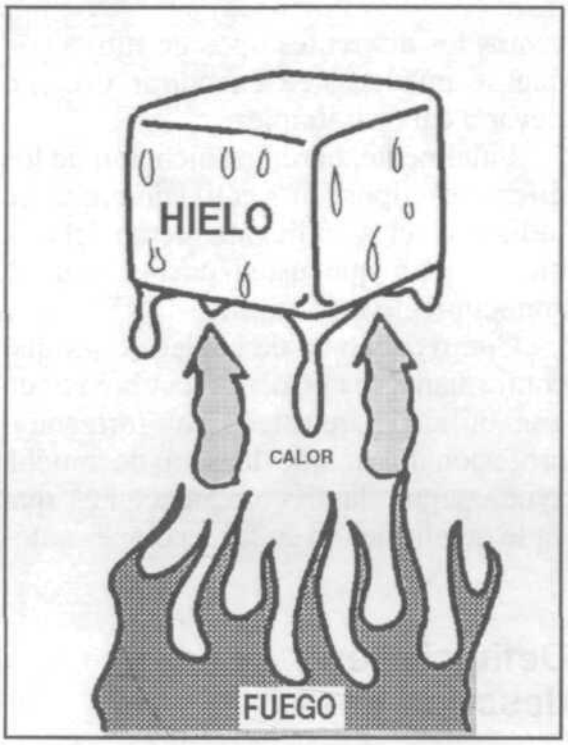


Figura 54-2 El calor siempre pasa de una sustancia más caliente a otra más fría.

medición y el tipo de medidor empleado para realizarla.

CALOR *(heat).* El calor es una forma de energía. Él frío es la ausencia de calor. Hay muchas leyes para explicar cómo funciona el calor como forma de energía. Una de ellas sostiene que el calor siempre pasa de una sustancia más caliente a otra más fría. El proceso de enfriamiento se basa en esta ley.

CONVECCIÓN *(convection).* Este tipo de transferencia de energía calórica se produce en los líquidos y los gases. El calor se mueve porque las moléculas de líquido o de gas se mueven también. Cuando éstas se mueven, llevan el calor de un lugar a otro. La convección es natural cuando el movimiento del líquido o del gas se debe a la diferencia entre el peso de las partes calientes y frías de dicho líquido o gas. La convección es forzada cuando se utilizan ventiladores, chorros impulsores o bombas para mover el líquido o el gas. A medida que el movimiento del aire se intensifica, la convección aumenta también. El movimiento del aire es uno de los requisitos básicos de un sistema de distribución de aire.

DIFERENCIAL DE TEMPERATURA *(temperature differentiat).* Es la diferencia entre la temperatura del aire de suministro o del exterior y la temperatura del aire dentro de la habitación.

FILTRACIÓN *(filtratiori).* Este término se refiere al método empleado para extraer el polvo del aire durante el proceso de acondicionamiento. La filtración del aire es uno de los requisitos de un buen sistema de distribución de aire.

HUMEDAD *(humidity).* Este término se refiere a la cantidad de vapor de agua que contiene el aire. Influye en el peso real de este último. En realidad, el aire tiene peso. El aire húmedo pesa más que el aire seco. La temperatura afecta también el peso del aire: sucede que el aire frío pesa más que el aire caliente. El control de la humedad es otra de las funciones del aire acondicionado. No es indispensable, pero produce una diferencia notable en cuanto a la comodidad. Los humidificadores le proporcionan más humedad al aire. Los deshumidificadores le quitan humedad al aire. Un sistema de distribución de aire puede proporcionar aire con más humedad o con menos humedad, del mismo modo que suministra aire caliente o frío.

HUMEDAD ABSOLUTA *(absolute humidity).* Es una medida del vapor de agua realmente presente en el aire. Se expresa como el peso del vapor de agua, en granos (0.0648 gramos) por libra de aire. En una libra hay 7,000 granos.

HUMEDAD ABSOLUTA *(relative hwnidily).* Es la relación entre la humedad absoluta y la cantidad de agua que el aire puede contener. Se expresa

como un porcentaje. Por ejemplo, "hay dos granos de humedad por cada libra de aire". El aire de ese lugar puede contener ocho granos. En ese caso, la relación es 2/8, que se simplifica como 1/4 y equivale al 25%. La humedad relativa es entonces de 25%.

PIES CÚBICOS POR MINUTO *(cubic feet per minuté).* Son unidades para medir el volumen del aire. Se usan para medir el flujo del aire en un registro, rejilla o conducto. El flujo del aire en pies cúbicos por minuto (pcm) se calcula multiplicando la velocidad frontal por el área en pies cúbicos.

PRESIÓN DE VELOCIDAD *(velocitypressure).* Es la fuerza que empuja hacia adelante el aire contenido en un ducto. Es la fuerza que impulsa el aire a través del ducto. Igual que la presión estática, se mide en pulgadas de agua. La medición se hace con un velómetro. Puede usted comparar esta presión con la presión que ejerce el aire que escapa de una llanta con un pinchazo.

PRESIÓN ESTÁTICA *(staticpressure).* Se llama así a la fuerza que ejerce hacia afuera el aire contenido en un ducto. Es la fuerza que presiona contra todos los puntos del ducto, medida en pulgadas de agua. La presión estática en un ducto es como la presión del aire en las llantas de un automóvil. Se mide con un manómetro.

PRESIÓN TOTAL *(totalpressure).* Es la suma de la presión estática y la presión de velocidad. Se conoce también como presión de impacto. Una mayor presión total significa más ruido en la salida. Todo lo que provoca un aumento de presión total intensifica también el nivel de sonido. Dos factores tienden a aumentar la presión total: (1) las salidas demasiado pequeñas y (2) el aumento de la velocidad del soplador.

RADIACIÓN *(radiation.* Es la transferencia de energía calórica por medio de rayos de calor. El calor pasa de un objeto a otro sin calentar el espacio que separa a los dos objetos. El movimiento del calor es similar al de las ondas luminosas. Nos damos cuenta de la presencia de calor radiante cuando éste es absorbido por algunas sustancias o por nuestro propio cuerpo.

VELOCIDAD *(velocity}.* Es la rapidez con que se produce el movimiento. La velocidad del aire es la rapidez con que éste se mueve. Este término es vital para el concepto de la comodidad de una habitación. Cuando mida usted dicha velocidad en una habitación, hágalo a una distancia de entre 4 y 72 pulgadas (10 y 180 cm) del piso. Si la velocidad es menor de 15 pies (4.57 m) por minuto (ppm), el aire está estancado. Una velocidad de 20 a 50 ppm (6 a 15.24 mpm) se considera aceptable. Sin embargo, lo más adecuado para la comodidad es entre 25 y 35 ppm (7.6 y 10.6 mpm). Una velocidad de 35 a 50 ppm es cómoda con propósitos de enfriamiento. La mayoría de la gente considera que es demasiado intensa una corriente con velocidad de 65 ppm (19.8 mpm).

VENTILACIÓN *(ventilation).* En el ramo del aire acondicionado, este término se refiere a los cambios del aire. Consiste en el proceso de introducir o extraer aire en cualquier edificio o espacio. Puede tratarse de aire acondicionado, aire usado o aire fresco. La ventilación natural se produce cuando usted abre o cierra una ventana. Los ventiladores o cualquier otro medio para mover el aire se utilizan para proporcionar ventilación mecánica. La ventilación es uno de los requisitos de los sistemas de distribución de aire.

Componentes principales de un sistema de distribución de aire

Un sistema de aire acondicionado acondiciona el aire, y una vez que lo ha hecho, lo distribuye. Esto se hace mediante un sistema de distribución. Un sistema de distribución debe satisfacer cuatro requisitos principales. En otras palabras, tiene que desarrollar cuatro funciones:

humidifícar (o deshumidificar) el aire

filtrarelaire

ventilar el aire

mover el aire

Un sistema de distribución de aire consta de muchas partes que ayudan a realizar de manera adecuada estas funciones. En esta lección hablaremos de cada una de estas funciones y de las partes que se necesitan para realizarlas.

Humidificación

La humedad, en nuestro contexto, es la cantidad de vapor de agua que hay en el aire. El aire seco es el que carece de vapor de agua. Si el aire está totalmente seco, quiere decir que se ha acondicionado. En su estado natural, el aire siempre conserva un poco de vapor de agua. El aire saturado contiene todo el vapor de agua que puede conservar a la presión y temperatura actuales.

El control de la humedad es otra función del aire acondicionado. No todos los sistemas distribuyen el aire que ha sido humidifícado o deshumidificado. Ese no es un requisito estricto, pero sí representa una diferencia desde el ángulo de la comodidad. Si el aire está demasiado seco o demasiado húmedo, la gente no se siente a gusto. Por lo tanto, muchos sistemas incluyen un humidificador o deshumidifícador. Un humidificador añade humedad al aire. Luego es evidente que un deshumidifícador se la quitará.

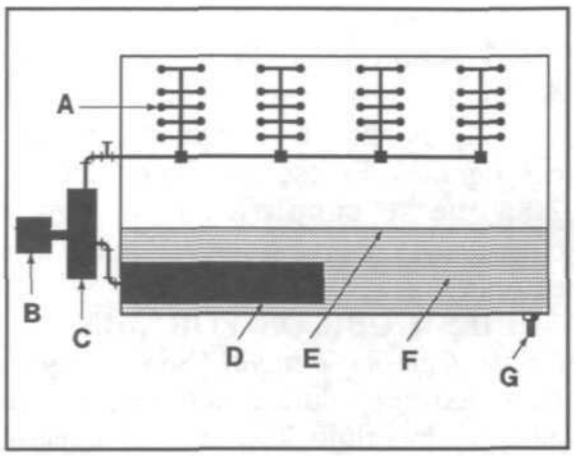


Figura 54-3 Lavador de aire. Boquillas de aerosol *(A).* Motor *(B).* bomba *(C).* Filtro (D). Agua *(E).* Colector *(F).* Drenaje (G).

La humedad absoluta es la cantidad real de vapor de agua que hay en el aire. La humedad relativa alude a la cantidad de vapor de agua que hay en el aire pero en relación con la cantidad de agua que el aire puede mantener. Esta se expresa como un porcentaje. Por ejemplo, hay seis granos de humedad en una libra de aire. Lo máximo que puede tener el aire son ocho granos. Así pues, la proporción es 6/8 o 75%. La humedad relativa es 75%.

La humedad afecta el peso del aire. Como ya lo hemos dicho antes, el aire tiene peso. El aire mojado pesa más que el aire seco. La temperatura también afecta el peso del aire. El aire frío pesa más que el aire caliente.

Humidificadores

Los humidificadores añaden humedad al aire y se utilizan con mayor frecuencia en la estación fría. No se emplean en la estación cálida, ya que la eliminación del

vapor de agua es parte del proceso de enfriamiento. Por lo tanto, no es necesario y resulta costoso añadir vapor.

A continuación se enumeran los cuatro tipos principales de humidifícador que se emplean en los sistemas de aire acondicionado.

depurador o lavador de aire en aerosol

humidifícador evaporativo de bandeja

los que funcionan con electricidad o de accionamiento eléctrico

los que funcionan con aire o de accionamiento pneumático

Un lavador de aire está formado por una hilera de boquillas de aerosol colocadas dentro de una caja. Una bomba hace que el agua circule hacia las boquillas. Luego cae por el aire y se acumula en un tanque que está en la parte inferior de la caja. La Figura 54-3 le muestra las partes principales de un humidifícador de este tipo.

Un humidifícador evaporativo de bandeja es un tanque de agua calentada. El nivel de agua se mantiene mediante un control de flotador. También hay un control de la humedad. Cuando la humedad desciende por debajo del ajuste de la caja de control, un ventilador impulsa el aire sobre la superficie del agua :alentada. Al alcanzar la humedad el nivel establecido por el control, el ventilador se detiene.

Los humidifícadores que funcionan con electricidad emplean vapor seco. Están controlados mediante una válvula de solenoide. Al igual que los humidifícadores evaporativos de bandeja, tienen un control de la humedad. Si la humedad baja más allá del ajuste de la caja de control, el ventilador impulsa el vapor

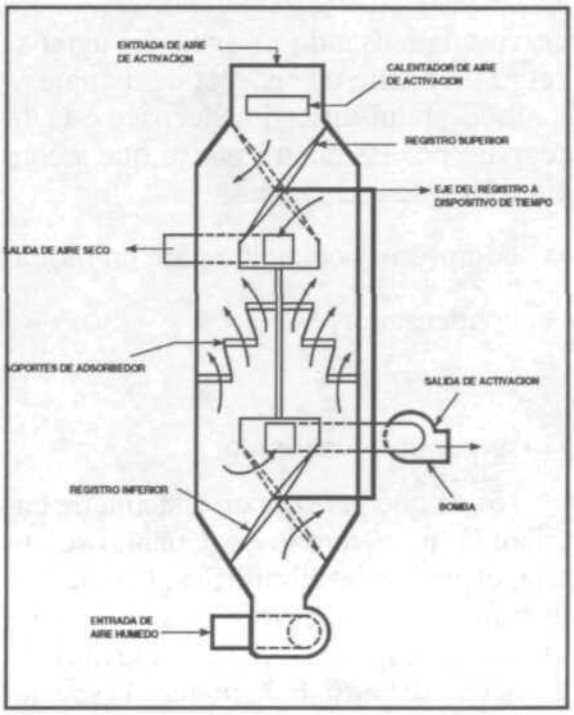


Figura 54-4 Deshumidificador adsorbente de soporte fijo.

hacia el área que se va a humiditicar. Cuando la humedad alcanza el nivel establecido por el control, el ventilador deja de funcionar.

Los humidifícadores que funcionan con aire trabajan como los que funcionan con electricidad. Difieren en dos aspectos. El primero es que emplean un higrostato pneumático para controlar la humedad. El segundo es que emplean un operador de aire para abrir y cerrar la válvula de vapor.

Deshumidificadores

Los deshumidifícadores eliminan la humedad del aire. Las dos formas principales en que se elimina la humedad del aire son el enfriamiento y la adsorción (no absorción).

Un deshumidifícador eléctrico funciona como cualquier sistema de enfriamiento. El aire pasa por una bobina de enfriamiento. Conforme la humedad del aire se enfría hasta su punto de rocío,

se va condensando el agua. El agua se retira mediante un sistema de drenaje.

El deshumidifícador eléctrico está integrado por las cuatro partes que a continuación se mencionan:

compresor accionado para un motor

condensador

receptor

serpentín (evaporador)

No es que parezca un sistema de enfriamiento, es que lo es. Cuando se enfría, el aire se deshumidifíca. Los deshumidificadores de absorción emplean un material especial para adsorber la humedad del aire. Este material especial se llama material absorbente. Los absorbentes son sustancias que poseen muchísimos poritos. Estos poros forman una gran superficie que puede manener la humedad. A los absorbentes también se les llama desecantes.

Absorber significa retener. El agua absorbe la sal. Recuerde que ADsorber significa absorber sin cambiar ni la materia que ADsorbe ni la materia que es ADsorbida. Una esponja ADsorbe el agua.

ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR EL AIRE

resfriado
difteria
gripe
fiebre del heno
paperas
sarampión
pulmonía
escarlatina
tuberculosis

Figura 54-5 Enfermedades que pueden tener su origen en el polvo del aire.

La figura 54-4 muestra un tipo de desnumidificador adsorbente. Se le llama de soporte fijo. En este deshumidifícador hay seis soportes de material adsorbente. Los tres de un lado adsorben la humedad del aire, mientras que los otros tres se secan. Así pues, un lado siempre está adsorbiendo mientras que el otro se seca y se prepara para adsorber una vez más.

Un cronómetro controla el turno que tendrán los soportes en la adsorción y en el secado.

Filtración

El propósito de los filtros en el sistema de distribución de aire es:

proteger el equipo

promover la salud

Los filtros se encuentran en la parte interior del ventilador y sirven para que el polvo no entre en el equipo. Si entra polvo al sistema, recubrirá las superficies. Después de algún tiempo, se reducirá el flujo de aire y el sistema no funcionará tan bien como debería.

El efecto dañino que tiene el polvo sobre nuestra salud es mayor del que parece. El aire que respiramos puede contener una gran cantidad de contaminantes. Esos contaminantes incluyen las partículas sólidas, los líquidos, los gases y los vapores.

En el aire hay tres tipos de partículas sólidas:

polvo

gases

humo

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Tipo de aire que contiene todo el vapor de agua que puede conservar a la presión y temperatura actuales.
2. Cantidad real de vapor de agua que hay en el aire.
3. Diospositivo que sirve para eliminar la humedad del aire.
4. Dispositivo que se encuentra colocado en la parte inferior del ventilador *y* sirve para que el polvo no entre en el equipo.
5. Tipos de gases que se condensan a presión y temperaturas normales.

b.

a. humedad absoluta
vapores
c. filtros
d. saturado
e. deshumidificador

Respuestas

1. d 2. a 3. e 4. c 5. b

Polvo. El polvo no sólo consiste en pequeñas partículas de mugre. Además de mugre contiene hollín, gérmenes, bacterias, óxido, fibras, pelos de animales, sustancias químicas, compuestos, polen, moho *y* otras materias. Nuestros pasajes nasales atrapan la mayor parte de la materia sólida que hay en lo que respiramos antes de que ésta llegue a los pulmones. Pero si el aire es seco, esta materia no se quedará en los pasajes nasales y surgirán resfriados y otras enfermedades.

Muchos sistemas de calefacción no tienen humidificadores y la mayoría de los sistemas de enfriamiento tampoco los tienen. Necesitamos extraer del aire seco de estos sistemas todo el polvo que sea posible. En la Figura 54-5 se encuentran algunas de las enfermedades que se transportan en el aire.

Con mucha frecuencia los granos de polvo miden alrededor de 600 mieras, que es aproximadamente cuatro milésimas de pulgada en diámetro. El polvo de carbón va de una a cien mieras. ¡Algunas fuentes calculan que cada grano de polvo contiene de 85,000 a 125.000 gérmenes! Podrá ver la importancia que tiene el filtro para el aire acondicionado.

Gas. El segundo tipo de partícula sólida que se puede encontrar en el aire es el gas. el cual era sólido y se convirtió en gas gracias a un proceso químico o industrial. El gas es rara vez mayor de una miera.

FILTROS Y CONTAMINANTES PARA ELIMINAR SOLIDOS
Filtros de fuerza centrífuga
lavador de aire
tamices
filtros adhesivos
filtros electrostáticos
filtros de carbón

PARA ELIMINAR LÍQUIDOS
absorbentes de líquidos
placas de desviación
cámaras de sedimentación

PARA ELIMINAR GASES O VAPORES
condensacón
reacción química
dilución
filtros de carbón

Figura 54-6 Métodos de limpieza del aire.

Humo. El tercer tipo de partícula sólida que se puede encontrar en el aire es el humo. El humo proviene de material que se ha quemado pero no por completo. Las partículas de humo miden de .01 a 13 mieras. Las partículas del humo del tabaco varían entre .01 y 1 miera.

Contaminantes líquidos del aire. Entre éstos se encuentra la neblina y la bruma. La neblina está formada por pequeñas partículas líquidas. Dichas partículas son lanzadas al aire por salpicadura, mezcla o pulverización. Con mucha frecuencia son sustancias químicas. La bruma también está formada por pequeñas partículas líquidas, pero éstas se forman por condensación. Cuando hay bruma, el aire ha alcanzado su punto de saturación para ese líquido. La bruma incluye también sustancias químicas.

Cada vez con mayor frecuencia se encuentran gases en el aire. Entre estos gases se encuentran el óxido de carbono.

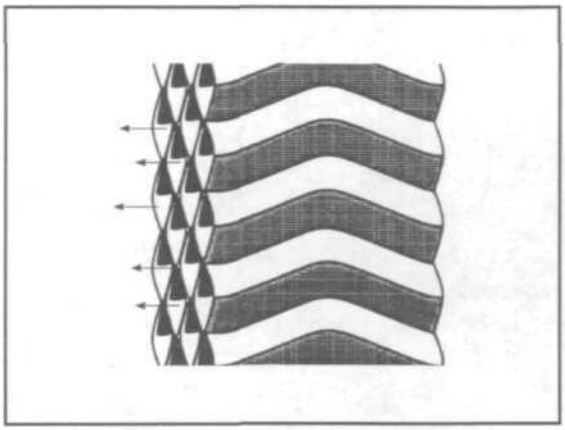


Figura 54-7 Filtro permanente de aluminio lavable para uso en un sistema de ventilación forzada.

los monóxidos de sulfuro y de nitrógeno y los hidrocarburos. Cuando estos gases se mezclan con la humedad, se produce el smog.

Los vapores son gases que se condensan a presión y temperatura normales.

Tipos de filtros

Los diversos filtros eliminan diferentes tipos de contaminantes. Existen muchas formas de limpiar el aire. La Figura 54-6 le muestra los métodos que funcionan mejor para cada tipo de contaminante.

Como podrá ver, el aire puede limpiarse filtrándolo y lavándolo. Puede limpiarse por medio de un artefacto que filtre y lave. Por lo tanto, tiene sentido que haya dos tipos principales de limpiadores de aire: secos y húmedos.

Limpiadores de aire secos

A continuación se presentan los cuatro tipos principales de limpiadores de aire secos:

- filtrosadhesivos
- filtroselectrónicos
- filtrosdecarbón
- luz ultravioleta

Al filtro adhesivo también se le conoce como placa seca. Los filtros adhesivos pueden ser permanentes y poderse limpiar. También hay filtros desechables, los cuales sólo se tienen que reemplazar cuando están llenos de polvo.

Los filtros adhesivos eliminan hasta el 90% del polvo hasta que se llenan de él. Se deben limpiar o cambiar cuando están saturados, pero por lo menos dos veces al año.

Estos filtros están hechos de muchos materiales. A continuación se mencionan algunos de ellos.

vidrio centrifugado

plástico de composición

algodón

material sintético

«aluminio

Los filtros adhesivos de clase I son resistentes al fuego cuando se encuentran limpios. Los filtros adhesivos de clase II no son resistentes al fuego. En la mayoría de las casas se emplean filtros adhesivos de clase II.

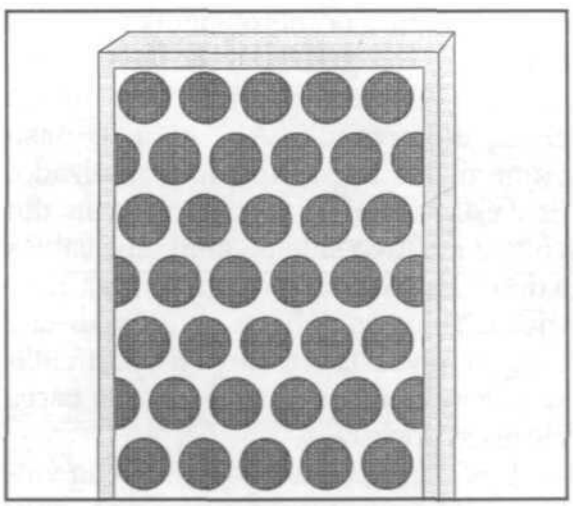


Figura 54-8 Este filtro desechable de bolsillo también se emplea en los sistemas de ventilación forzada.

El filtro de la Figura 54-7 es de aluminio, el cual es corrugado y lavable. Está recubierto con un material adhesivo y las partículas de polvo se pegan a la superficie.

Los filtros desechables también están recubiertos con un material adhesivo y sus marcos están fabricados con acero inoxidable o cartón reforzado con alambre. El aire cambia de dirección y pierde velocidad conforme pasa a través del filtro. El material del filtro está más compacto en la salida del filtro, lo que aumenta su capacidad para detener el polvo.

Mantenimiento. Como ya hemos dicho, estos filtros deben cambiarse cuando están saturados, o por lo menos dos veces al año. Usted debe saber que los filtros funcionan mejor cuando están sucios que cuando están limpios, pero disminuye el flujo de aire que pasa a través de ellos. Al detener las partículas, se reduce el tamaño de los espacios del filtro. Así, pues, el filtro puede atrapar más partículas de menor tamaño. Una cosa por la otra. Un filtro sucio es más eficiente porque limpia mejor el aire, pero al mismo tiempo hace que el ventilador trabaje más y que fluya menos aire debido a que son más pequeños los agujeros del filtro.

La Oficina Nacional de Medidas de los Estados Unidos de América clasifica la eficiencia de los filtros de la siguiente manera:

40% de eficiencia

60% de eficiencia

85% de eficiencia

95% de eficiencia

Estas son las eficiencias promedio de cada categoría. En otras palabras.

cuando un filtro tiene una clasificación de 40% de eficiencia, en realidad tiene una eficiencia de 20% cuando está limpio y de 60% cuando está sucio. Así que no querrá cambiar o limpiar un filtro hasta que esté tan sucio que el flujo de aire haya disminuido considerablemente. Con mucha frecuencia los sistemas están diseñados para que la disminución de presión del filtro pueda ser una cuarta parte de la disminución total de presión.

Puede emplear un manómetro de agua para decidir si debe reemplazar un filtro. Conecte las dos aberturas del manómetro en cualquiera de los filtros. Cuando la disminución de presión supera las 5 pulgadas de agua a lo ancho del filtro debe reemplazarse.

También puede emplear los ojos. Si el filtro está negro, hay que reemplazarlo. También debe reemplazarlo si el marco está doblado o si el material está agujerado. Si el filtro tiene una caja de metal, ésta puede oxidarse. De suceder esto, limpie por chorro de arena y vuélvala a pintar.

Cuando reemplace los filtros, cerciórese de que las flechas apunten hacia la dirección del flujo de aire. Hay más adhesivo en la parte exterior. Si coloca mal el filtro, se llenará rápidamente. La Figura 54-8 muestra un filtro adhesivo desechable.

Otro tipo de filtro adhesivo es el de bolsillo. Este filtro tiene una mayor superficie de filtrado que el filtro plano.

Algunos filtros funcionan mediante un principio electrónico. Este tipo es más eficiente, lo que significa que detienen más polvo con mayor rapidez. Los filtros electrónicos pueden ser unidades independientes de tamaño desechable que se limpien con agua. Estos se pueden instalar en el sistema de tubería.

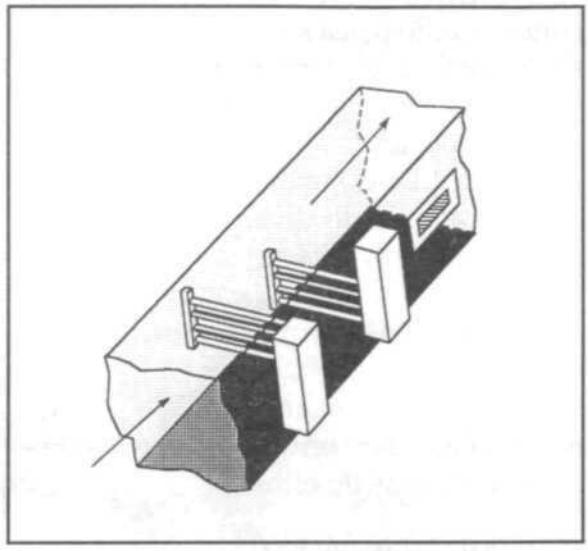


Figura 54-9 El aire fluye a través de los rayos ultravioleta en la dirección de las flechas.

La mayor parte de los filtros electrónicos están compuestos de cinco partes principales:

marco

fuente de energía

prefiltro

distribuidor de flujo de aire

celda electrónica

El aire pasa primero por el prefiltro y éste retira las partículas de polvo más grandes. Posteriormente pasa por la celda electrónica. Ahí el aire pasa primero por un campo muy ionizado. Este está hecho por un cable con un alto voltaje positivo situado entre dos cables a tierra. Este campo pone una carga eléctrica estática en todas las partículas que pasan a través de él. Luego las partículas se pegan a una placa que tiene la carga eléctrica opuesta.

Los filtros electrónicos emplean voltajes altos y pueden resultar muy peligrosos. Cuando se abren las puertas de servicio, la unidad se apaga sola.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo el término entre paréntesis que complete las siguientes afirmaciones:

1. Al filtro adhesivo también se le conoce como: (placa seca, filtro de contacto).
2. Los filtros adhesivos d e b e n cambiarse cuando están saturados, o por lo menos (una vez al año, dos veces al año).
3. Los filtros electrónicos se limpian con (agua, solvente).
4. Los filtros de carbón sirven para eliminar los (vapores, olores).
5. El filtro de aire de fibra de vidrio que se emplea en los enfriadores por evaporación es del tipo (reemplazable, de limpieza manual).

Respuestas

1. placa seca 2. dos veces al año 3. agua 4. olores 5. reemplazable

Los filtros electrónicos se limpian con agua. El sistema de limpieza puede ser manual, semiautomático o automático. Cuando limpie con la mano un filtro electrónico, cerciórese de que esté abierto el circuito de energía (desconectado). Se deben limpiar las celdas y pantallas electrónicas cada dos o tres meses. Cuando la unidad necesite limpieza, éstas aparecerán negras. Haga pasar agua a través de la unidad hasta que el agua salga limpia. Utilice el agente limpiador que se sugiere en el manual y asegúrese de enjuagarlo todo. Deje que la unidad se seque con el aire.

Un sistema semiautomático se limpia solo. Pero usted tiene que accionar alguna válvula manual u oprimir un botón. Un sistema de limpieza automático tiene un cronómetro para apagarse y encenderse.

Los filtros de carbón absorben y eliminan los olores. Con frecuencia se emplean en sistemas centrales de aire acondicionado. Ayudan a purificar el aire que recircula. Funcionan bien para usos de ligeros a pesados. Los filtros de carbón eliminarán las partículas sólidas, los gases y las bacterias. El carbón absorbe hasta 50% de su propio peso en gases. El filtro está hecho de carbón en forma de carbón activado. Proviene de diversas fuentes, tales como el procesamiento de refinación del gas y las cascaras de coco.

La luz ultravioleta mata a las bacterias. Si es de 14,000 microwats por centímetro cuadrado, matará la mayor parte de las bacterias en una fracción de segundo. La luz ultravioleta también mata a los virus. No se debe mirar directamente la luz ultravioleta o exponer la piel a ella, ya que la quemará con rapidez.

En el conducto de retorno de aire se pueden instalar lámparas de luz ultravioleta. Las puertas que tienen acceso a las lámparas tienen interruptores de seguridad. Cuando se abren las puertas, las lámparas se apagan. Los rayos tienen

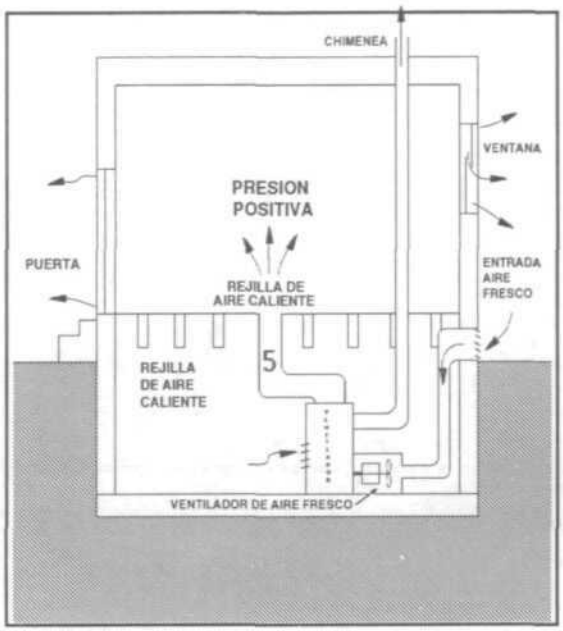


Figura 54-10 Diagrama de cómo funciona un ventilador de techo para sacar el aire del edificio.

que cubrir todo el conducto. La luz ultravioleta que se instala de esta manera matará alrededor del 90% de las bacterias presentes.

En un sistema de distribución de aire hay dos tipos de luz ultravioleta que se emplean para matar bacterias. Un tipo produce ozono bajo. El otro produce ozono alto. El de ozono alto también elimina los olores.

Limpiadores de aire húmedos

Los limpiadores de aire húmedo pueden dividirse en los tres tipos que se enumeran a continuación:

reemplazables

de limpieza manual

de limpieza automática

El filtro de aire de fibra de vidrio que se emplea en los enfriadores por evaporación es un ejemplo de filtros reemplazables. Los de limpieza manual son con frecuencia un marco de acero que detiene el material filtrante. El filtro se adapta al marco y se retira para limpiarlo. Por lo general debe limpiarse cada ocho semanas.

El de tipo automático debe sumergirse o limpiarse a chorro. El que se sumerge emplea una banda que hace girar el filtro en un baño de aceite a intervalos regulares. Este baño de aceite lava el polvo.

El de chorro emplea un tanque de sedimentos. El polvo es atrapado en las celdas y luego llevado con chorro al tanque por las bombas que inundan las celdas.

Los aerosoles de agua también se emplean en los sistemas grandes de aire acondicionado. Pueden eliminar sólidos, líquidos y gases que se disuelven en agua. Tres de los gases que se disuelven en agua son el dióxido de azufre, el monóxido de carbono y el óxido de nitrógeno. El agua en aerosol no elimina el hollín.

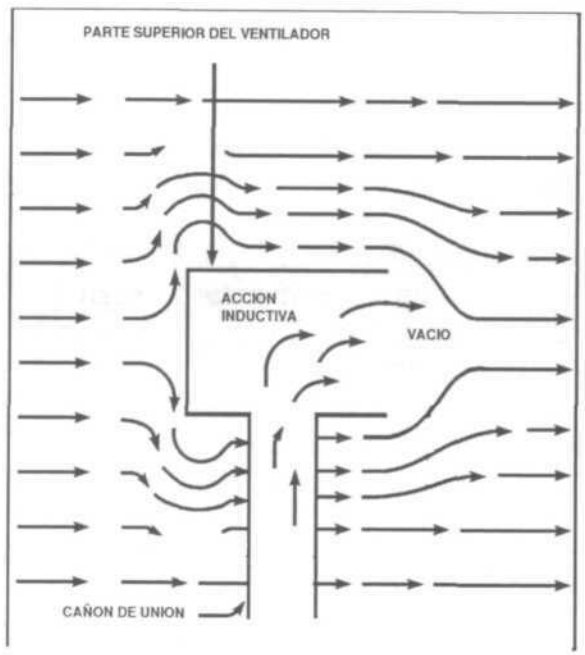


Figura 54-11 La presión positiva en un edificio ayuda a mantener los contaminantes fuera del mismo.

En un sistema de agua en aerosol, se rocía el agua de tal manera que cubra totalmente el ducto. Una bandeja de drenaje atrapa el agua que ha limpiado el aire y que contiene los contaminantes.

Ventilación

La ventilación es otro requisito de los sistemas de distribución de aire. ¿Por qué? El aire es una mezcla de gases que por lo general contiene 21% de oxígeno. El aire que respiran los seres humanos debe contener oxígeno por dos razones. La primera es para mantener la vida; los seres humanos morirían si no hay suficiente oxígeno en el aire que respiran. La segunda razón es para mantener el confort.

Cuando una habitación está cerrada herméticamente, la gente que está dentro de ella acaba lentamente con el oxígeno. Si no se añade más oxígeno al aire de la habitación, la gente se morirá.

Nuestras técnicas de construcción en el pasado eran tan buenas como ahora. Antes se podía confiar en las fugas de aire que había alrededor de puertas y ventanas para obtener oxígeno fresco. A través de puertas y ventanas sale un poco de aire de los edificios. Parte de ese aire lo integra el aire que entra por el lado del edificio expuesto a la presión del viento. Pero eso no es suficiente. Hoy en día, debido a que los edificios casi son herméticos, debemos diseñar nuestro sistema de distribución de aire para que proporcione aire fresco junto con el aire acondicionado.

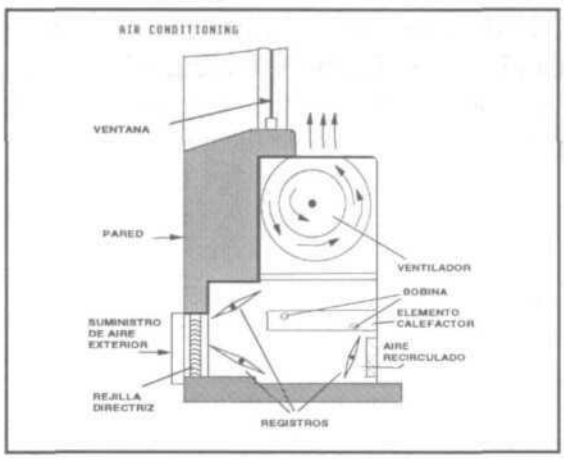


Figura 54-12 Este sistema de ventilación mecánica es para uso en el hogar.

Las unidades modernas llevan aire fresco como parte de su ciclo de trabajo. El aire fresco se acondiciona y mezcla con el aire reciclado. Esta es la mejor forma de compensar la pérdida de oxígeno en un edificio muy hermético. En un sistema moderno de aire, el aire artificial puede limpiarse y enfriarse o calentarse antes de ser mezclado con el aire reciclado. Este sistema hace posible que haya una presión positiva en el edificio. Eso significa que la presión de aire del edificio puede mantenerse un poco más alta que la presión de aire que hay fuera del edificio. Esto ayuda a mantener fuera la tierra, el polvo y el polen cuando se abren las puertas.

Cuando se usa un sistema de aire artificial se puede estar seguro de que hay suficiente oxígeno en el aire. A este proceso se le llama ventilación.

Ventilar es proporcionar aire a algún lugar cerrado, o sacarlo de él. Así, pues, la ventilación se relaciona con los cambios de aire. El aire que se cambia puede ser aire acondicionado. También puede ser aire usado o aire fresco.

Cuando usted abre o cierra una ventana, se trata de ventilación natural. Cuando emplea artefactos como ventiladores, se trata de ventilación mecánica. Por lo general, la calidad de la ventilación se basa en los cambios de aire por hora. En las casas, es mejor cambiar el aire de tres a seis veces por cada hora de calefacción y de seis a nueve veces por cada hora de ventilación. En las oficinas y las tiendas, se debe cambiar el aire de cinco a ocho veces por cada hora de

calefacción y de seis a doce veces por cada hora de enfriamiento.

Existe otra manera más exacta de decidir la cantidad de ventilación que se necesita; ésta se mide por persona. Diseñe el sistema para que haya de 4 a 6 pies cúbicos por minuto pcm de aire fresco por persona y de 25 a 40 pcm de aire reciclado por persona. Esto significa que todo el sistema debe ser capaz de manejar de 29 a 46 pcm por persona.

Ventilación natural

Dos fuerzas naturales afectan la ventilación: el viento y la diferencia de temperatura. Una forma en que se puede usar el viento para producir ventilación natural es con un ventilador de techo o de cielo raso. Cuando se emplea este aparato, hay cuatro factores que debe considerar:

velocidad normal del viento

dirección normal del viento

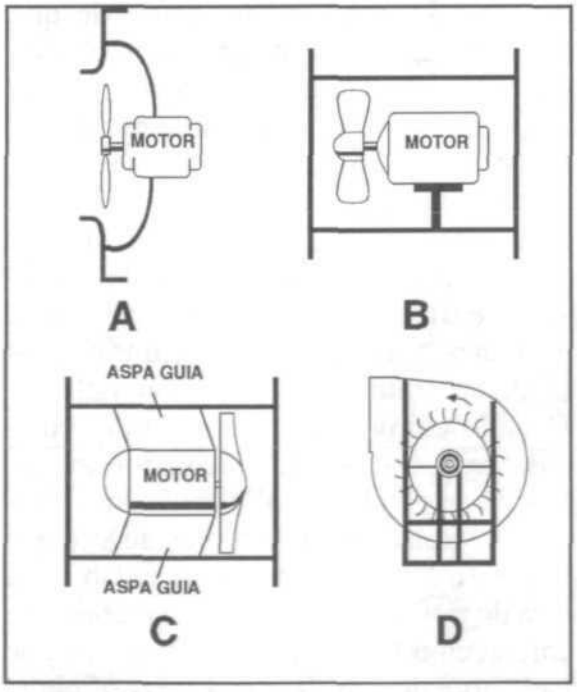


Figura 54-13 Tipos de ventiladores. De hélice *(A).* Tuboaxial *(B).* Aspaxial (C). Centrífugo *(D).*

variaciones de velocidad y dirección de acuerdo con la estación.

posibles interferencias que sean resultado de obstrucciones, como por ejemplo otros edificios.

Los ventiladores de techo o de cielo raso proporcionan una salida a prueba de clima. El extremo cerrado de un ventilador es una obstrucción que cambia la dirección del viento. El viento se dilata en el extremo cerrado y se vuelve a cerrar en el extremo abierto. Esto forma un vacío que extrae el aire del techo.

Los ventiladores de techo vienen en muchas formas y estilos. A continuación se presentan cinco tipos principales.

fijos

giratorios

de turbina

de cuchilla

de sifonaje

También puede haber ventilación natural debido a la diferencia de temperatura. Si difiere la temperatura interior de un edificio de la exterior, puede haber ventilación. Un buen ejemplo de esto es el tiro de la chimenea, o efecto de cañón, el cual se presenta cuando la temperatura exterior es más baja que la temperatura interior. El aire más caliente del interior es llevado al exterior a través de la chimenea.

Ventilación mecánica

En este tipo de ventilación, el aire fluye gracias a los ventiladores. Los cambios de aire que se requieren son producidos principalmente por la corriente de los ventiladores. Por lo general los registros están conectados con el aire exterior. Los

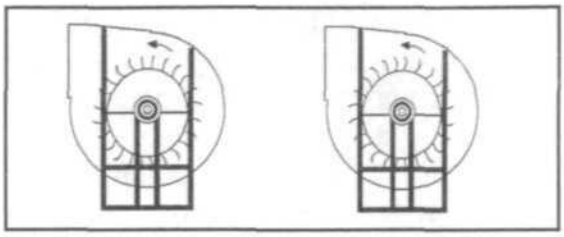


Figura 54-14 La dirección en que están curvadas las aspas del ventilador es importante.

ventiladores introducen el aire fresco a través de estos registros. Posteriormente este aire fresco se enfría o se calienta conforme pasa por el sistema. La Figura 54-12 muestra cómo funcionan estos ventiladores para ventilar.

Movimiento del aire

Esto difiere de la ventilación aunque suene parecido. Cuando hablamos de la ventilación, nos referimos al movimiento del aire entre el interior y el exterior de un edificio. Cuando hablamos del movimiento del aire, nos referimos al movimiento del aire dentro de las cuatro paredes de una habitación o edificio.

Conforme el aire se mueve a través de la piel humana, el aire lleno de humedad que está alrededor de la piel es reemplazado por aire más seco. Es por ello que cuando hay brisa, uno se siente más fresco. El aire más seco permite que se evapore aun más humedad de la piel. Como usted sabe, la evaporación produce frío.

Si el aire permanece detenido (o estático) no puede enfriar tanto. El aire que está cerca de su piel de inmediato absorberá toda la humedad que pueda de su cuerpo, y usted se sentirá incómodo. El aire estático se evapora mucho más lentamente que el aire que circula.

El aire que circula también acelera la convección. Como recordará, la convección es el proceso mediante el cual las moléculas de aire llevan el calor de un lugar a otro. Cuando el aire está en movimiento, el aire caliente que está junto al cuerpo es reemplazado por aire más frío y luego el cuerpo despide más calor hacia el aire más frío. (Recuerde lambién que el calor siempre se mueve de una sustancia más caliente a una más fría).

Bueno, de la misma manera en que este movimiento del aire eliminará calor de su cuerpo, también lo eliminará de los demás objetos de la habitación. El movimiento del aire enfriará las paredes, el techo y todo lo que esté dentro de la habitación.

Usted sabe que los ventiladores juegan un papel muy importante en la ventilación. También son muy importantes en el movimiento del aire de los sistemas de ventilación forzada. Los tipos de ventiladores que se emplean en los sistemas modernos son el axial y el radial. En el axial el aire fluye en dirección al eje del ventilador y paralelamente a él. El eje del ventilador es donde se montan las aspas. En el radial el aire fluye hacia afuera del eje. Aquí las aspas están montadas en el extremo del eje y son parte de éste.

Ventiladores axiales. Hay tres tipos de ventiladores axiales:

de hélice. El ventilador de hélice está formado por una hélice montada sobre un eje dentro de un anillo de montaje y puede tener transmisión de banda o directa.

tuboaxial. El ventilador tuboaxial está hecho de un propulsor montado dentro de un cilindro. El cilindro sostiene también el motor y la transmisión.

aspaxial. Un ventilador aspaxial está formado por una rueda y montado dentro de un cilindro junto con el

ELIGIENDO UN VENTILADOR

- ¿Cuántos pies cúbicos por minuto se requieren?
- ¿Cuál es la presión estática o la resistencia del sistema?
- ¿Cómo puede ser de ruidoso el ventilador?
- ¿Cuánta carga puede tener?
- ¿De qué tipo de transmisión dispone?

Figura 54-15 Utilice esta lista de verificación para elegir un ventilador adecuado para el trabajo.

motor y la transmisión. Este aparato tiene aletas de guía.

Ventiladores radiales. Sólo hay un tipo de ventilador radial, que es el centrífugo. Como podrá observar en la Figura 54-13, el ventilador centrífugo difiere mucho de los axiales. Un ventilador centrífugo está formado por un rotor de ventilador o rueda. Esta rueda está montada dentro de una caja. El ventilador centrífugo puede tener transmisión de correa o directa. El motor y la transmisión también están dentro de la caja. Las aspas se encuentran dentro de la rueda. Si las aspas están curvadas en la misma dirección en que gira la rueda, están curvadas hacia adelante. Si están curvadas hacia el otro lado de la dirección en que gira la rueda, están curvadas hacia atrás.

Es importante la dirección en que están curvadas las aspas. Si están hacia adelante, con frecuencia el ventilador trabajará más lentamente que cuando están curvadas hacia atrás. Hay más peligro de una sobrecarga y de que se queme el motor con las aspas curvadas hacia adelante.

La parte del ventilador de un ventilador centrífugo no produce por sí mismo el aire suficiente. El tipo especial de caja ayuda a que haya suficiente aire. La caja se llama espiral. Su forma se conoce como voluta. Se angosta justo después de la salida de descarga y posteriormente se ensancha gradualmente alrededor de la concha. Alcanza el tamaño más grande en la apertura de descarga.

Estos ventiladores se emplean con mayor éxito cuando se necesita mucho aire y hay mucha resistencia. Se emplean en sistemas que utilizan filtros de aire, bobinas de enfriamiento, intercambiadores de calor, conductos y tomas de corriente. ¿Por qué? Porque todas estas partes producen una alta resistencia al movimiento del aire.

Hay muchos términos que los técnicos emplean cuando hablan de los ventiladores y de cómo funcionan. Cerciorémonos de saberlos antes de seguir hablando de los ventiladores.

Área de admisión del ventilador. Es el área interior del anillo de admisión.

Área de salida del ventilador. Es el área interior de la salida del ventilador.

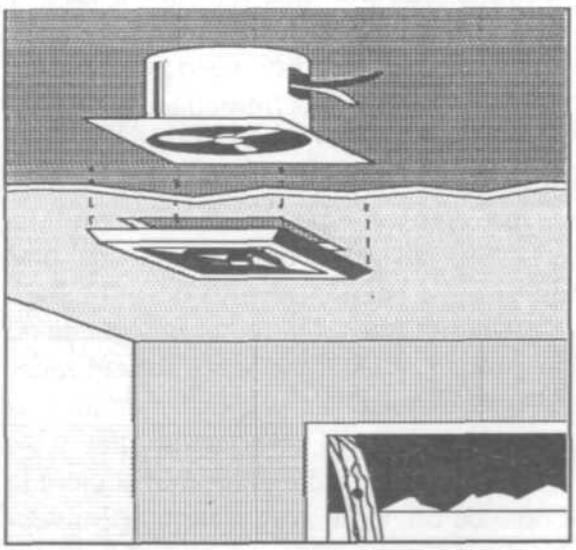


Figura 54-16 Por lo general los ventiladores de cocina son pequeños ventiladores de propulsión (con hélice).

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V *si considera verdadera ¡a afirmación, o la letra \: si ¡a considera falsa.*

1. Para un sistema de ventilación doméstica (de una casa) es conveniente cambiar el aire de 6 a 9 veces por cada hora de ventilación.c	F	V
2. Las dos fuerzas naturales que afectan la ventilación son el viento y la diferencia de los materiales de construcción.	F	V
3. La ventilación mecánica es aquella en la cual el aire fluye gracias a los ventiladores.	F	V
4. La cantidad de energía que despide un ventilador, con respecto a la cantidad de energía que emplea, se llama mecánica.	F	V
5. La eficiencia estática de un ventilador es la presión total menos la presión de velocidad.	F	V

Respuestas

1. V 2. F (La diferencia de temperatura) 3. V 4. V 5. F (Es la eficiencia mecánica

Eficiencia mecánica. Se refiere a la cantidad de energía que despide el ventilador comparada con la cantidad de energía que emplea. La mayor eficiencia se alcanza cuando sale más energía y entra menos. Por ejemplo, si un ventilador emplea cinco unidades de energía para producir diez unidades de movimiento de aire, éste es un ventilador muy eficiente. Si emplea diez unidades de energía para producir cinco unidades de movimiento de aire, no es un ventilador eficiente.

Entrada de energía. La entrada de energía de un ventilador se mide como los caballos de fuerza que van al eje del ventilador.

Salida de energía. La salida de energía también se mide en caballos de fuerza. Se basa en el volumen y la presión del ventilador.

Eficiencia estática. Es la eficiencia mecánica por la presión estática dividida entre la presión total.

Presión estática. Es la presión total menos la presión de velocidad.

Presión total. Es lo que cambia la presión desde la admisión del ventilador hasta la salida del ventilador.

Presión de velocidad. Es la velocidad promedio del aire en el área de salida del ventilador.

Volumen. Es la cantidad de pies cúbicos de aire que mueve por minuto el ventilador en la salida.

Eso nos lleva al tema siguiente: ¿cómo se escoge el tipo de ventilador que se debe usar? La mayoría de las veces, el tipo de ventilador que se debe usar depende del uso que se le vaya a dar. Algunas veces hay poca resistencia o no hay ninguna. Entonces podrá usar un ventilador axial. Esto se aplica especialmente si no hay un sistema de ductos. ¿Qué tipo de ventilador se debe usar cuando hay resistencia? Pues bien, tendrá que usar uno centrífugo.

La Figura 54-15 contiene una lista de preguntas que se deben contestar cuando uno va a decidirse por un tipo de ventilador.

Ya que haya contestado estas preguntas, puede usar un cuadro del fabricante para elegir el ventilador adecuado para el tipo de trabajo. A continuación se enlistan algunos de los usos de los ventiladores en los sistemas de aire acondicionado.

ventiladores de áticos

ventiladores de circulación

«5° ventiladores de torres de enfriamiento

ventiladores de extracción

ventiladores de cocina

Los ventiladores de áticos se emplean en los meses de verano y se usan para atraer una gran cantidad de aire exterior por dentro de una casa o edificio. Funcionan siempre que la temperatura exterior es menor que la interior. El ventilador de ático no es realmente un ventilador de aire acondicionado, puesto que todo lo que hace es mover el aire. No es parte de un sistema que también calienta, enfría, filtra, deshumidifica o humidifica el aire. Los ventiladores de ático son una forma barata de enfriar el interior cuando el exterior está un poco más frío.

Los ventiladores de circulación casi siempre son ventiladores axiales. Vienen en muchas formas y tamaños. También están hechos para verse bien. Los ventiladores de torres de enfriamiento con mucha frecuencia son del tipo de propulsión. Algunas veces se emplean los de tipo centrífugo.

Los ventiladores de extracción se emplean de muchas maneras. Los modelos de pared y de techo con mucha frecuencia son de propulsión. Los ventiladores de extracción de capucha, que extraen por un sistema de ductos, la mayoría de las veces son centrífugos. Los ventiladores de cocina para uso en el hogar siempre son de tipo de propulsión. Se montan en la pared o en la ventana.

Cuando se coloca un ventilador hay que seguir dos reglas principales. La primera es asegurarse de que sea del tamaño y tipo adecuados para el trabajo. La segunda es asegurarse de que esté colocado de manera que no haga mucho ruido. Localice un lugar donde el ruido que produzca no afecte a las demás áreas de la casa. Móntelo sobre hule u otro material suave; eso ayudará a mantener el ruido bajo.

Es nuestro deseo que los conceptos tratados en esta lección le hayan quedado completamente claros. En la próxima lección haremos un análisis más profundo.

Resumen

Ya sabe que el calor es una forma de energía y que el frío no es más que la ausencia de calor. El acondicionamiento de aire se realiza cuando se controla la temperatura del aire.

Pero no es todo lo que se tiene que controlar en un sistema de aire acondicionado, sino que también se debe controlar la humedad, la pureza y el flujo del aire.

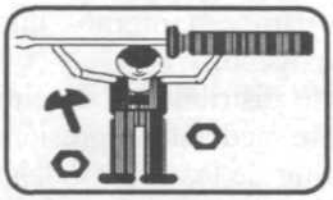
Ha aprendido que un sistema de distribución de aire debe humidificar y deshumidificar el aire. Cuando un sistema enfría el aire, lo deshumidifica. Eso significa que elimina la humedad de él. Pero cuando un sistema calienta el aire, casi siempre tenemos que humidificarlo. En otras palabras, añadimos humedad al aire.

Un sistema de distribución de aire debe filtrar el aire. Hay dos razones por las que filtramos el aire: para proteger el equipo y para mantener la salud. Un sistema de distribución de aire debe también ventilar el aire. La ventilación se refiere a los cambios de aire; debemos cambiar el aire para cerciorarnos que tiene suficiente oxígeno.

Un sistema de distribución de aire debe mover el aire mediante la presión. El aire tiende a fluir de los sitios de alta presión a los sitios de baja presión. El flujo de aire se controla por medio de un sistema de distribución de aire. Un sistema de distribución de aire emplea ductos para mover el aire.

Ahora sabemos también la diferencia entre ventilación y movimiento del aire. Ventilación es movimiento del aire entre el interior y el exterior de un edificio. Movimiento del aire es el movimiento dentro de una habitación o edificio. Conocemos igualmente que hay dos tipos de ventilador: el axial y el radial. En el ventilador axial el aire fluye paralelamente a su eje, en el radial fluye hacia afuera del eje. También hay otra clasificación de los ventiladores de acuerdo al trabajo que hacen.

Ha recorrido usted un importante trecho de su formación como técnico de servicio en refrigeración y aire acondicionado. ¡Felicidades!



Tareas prácticas

Procedimiento de limpieza de un filtro de tipo mecánico

Materiales que usted necesitará

- Un sistema de filtrado de aire del tipo mecánico adhesivo
- Un manómetro de agua
- Herramientas de mano

Información previa

El término mecánico se aplica aquí a un típico filtro de material fibroso comúnmente llamado filtro desechable o reemplazable. Consiste en un marco de cartón con una malla de metal para sostener al material filtrante en su sitio. Este material consta de fibras continuas de vidrio, empacadas flojas, que se enfrentan al aire que entra; y de fibras continuas más densamente empacadas en el lado del aire, a la salida. La dirección del aire está claramente marcada. Para el equipo residencial, el filtro usualmente tiene un espesor de 1 pulgada. La velocidad máxima recomendada para el aire, a través de la casa, debe ser de alrededor de 300 pies/min. La máxima caída de presión permisible es de cerca de 0.5 pulgadas de columna de agua. Algunas personas recubren el medio filtrante con una sustancia adhesiva, con objeto de atraer y de sostener el polvo y la suciedad.

Lo que usted deberá hacer

Desarrollará el procedimiento para limpiar un filtro de aire del tipo mecánico.

Procedimiento

1. Destape la cubierta del filtro de aire de tipo adhesivo, y observe su apariencia. Si está negro, hay que cambiarlo.
2. Consígase un manómetro de agua y conecte las dos aberturas del mismo en el filtro. Si la disminución de la presión supera las 5 pulgadas a lo ancho del filtro, hay que reemplazarlo.
3. Adquiera un filtro nuevo de las mismas características del que va a sustituir.
4. Siguiendo las indicaciones adecuadas, reemplace el filtro.

Conclusiones

Cuando el filtro se obstruye con el polvo, piede reducir el flujo del aire hasta tal punto que el serpentín de enfriamiento se congela. Esto puede ocasionar una falla del compresor. Los filtros sucios increm,entan los costos de operación cuando baja la eficiencia del sistema.

–Y después, ¿qué sigue?

¿Qué es una carga de calor y cómo se mide? ¿Qué volumen de aire se necesita para enfriar una habitación? ¿Qué requisitos debe satisfacer un sistema de distribución de aire? ¿Qué factores hay que tener en cuenta para elegir los ductos en un sistema de ventilación forzada? ¿Qué es el sistema de caída de presión total? ¿Cómo se calcula la presión de cada sección de un ducto? ¿Para qué sirven los amortiguadores y cuántos tipos hay?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. La humedad absoluta es la cantidad real de vapor de agua que hay en

a. el refrigerante.
b. el aceite.
c. el aire.
d. el agua.

2. Los deshumidificadores de adsorción emplean un material especial para adsorber

a. la humedad del aire.
b. el aceite en el refrigerante.
c. el aire en el refrigerante.
d. el agua en el aceite.

3. Los filtros de los sistemas de aire acondicionado, que sirven para que el polvo no entre en el equipo, van colocados en el interior de

a. el condensador.
b. el difusor.
c. el dispositivo de control de flujo.
d. el ventilador.

4. Los filtros adhesivos son capaces de eliminar el polvo hasta en un

a. 100%
b. 90%
c. 80%
d. 70%

Recorte aquí el talón de respuesta y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de lección L454

5. Los filtros electrónicos generalmente se instalan en

a. el interior del ventilador.
b. el difusor.
c. el condensador.
d. el sistema de tubería.

6. Las lámparas de luz ultravioleta, que elimina las bacterias, se colocan en

a. el ventilador.
b. el conducto de aire de retorno.
c. el evaporador.
d. el condensador.

7. El filtro de aire de fibra de vidrio que se emplea en los enfriadores por evaporación es del tipo

a. reemplazable.
b. de limpieza manual.
c. de limpieza automática.
d. fijo.

8. Por lo general, la calidad de ventilación se basa en

a. la circulación del aire.
b. la ausencia de humos.
c. los cambios de aire por hora.
d. la ausencia de bacterias.

9. El ventilador de hélice está formado por una hélice montada sobre un eje dentro de un anillo de montaje, y su transmisión puede ser a través de

a. engranes.
b. tornillo.
c. copies.
d. banda o directa.

10. Los ventiladores de torres de enfriamiento frecuentemente son de tipo

a. axial.
b. de propulsión.
c. radial.
d. centrífugo.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

SISTEMAS DE Refrigeración YAIRE ACONDICIONADO

CONTENIDO

Introducción....3

1. Definiciones y descripciones....3
2. Sistema de enfriamiento por ventilación forzada....9
3. Sistema de distribución de aire para una residencia real....9
4. Sistema de caída de presión por unidad....12
5. Sistema de caída de presión total....14
6. Resumen....21
7. Examen....23

Distribución de aire

(Segunda parte)

L455 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3
Definiciones y descripciones, 3
Sistema de enfriamiento por ventilación forzada, 9
Sistema de distribución de aire para una residencia real, 9
Sistema de caída de presión por unidad, 12
Sistema de caída de presión total, **14**
Resumen, **21**
Examen, 23

Introducción

En la lección anterior hicimos un estudio generalizado del aspecto de ventilación dentro de un sistema de aire acondicionado. Esto le permitió adquirir los conocimientos básicos sobre el tema que le harán posible ofrecer un mejor servicio dentro de su campo de trabajo.

En esta lección hacemos un estudio más detallado sobre el sistema de ventilación forzada, haciendo el análisis de un sistema de distribución de aire tipo residencial a través de ductos, tanto de sección circular como rectangular.

Aunque gran parte del contenido del estudio sobre ductilería corresponde al campo de aplicación del ingeniero, es muy importante que el técnico de servicio conozca estos aspectos, pues otra alternativa de trabajo para él es prestar sus servicios en alguna prestigiosa firma de ingeniería donde se maneje el diseño, las ventas y la instalación de sistemas de este tipo.

La razón de que se incluya en esta lección un epígrafe sobre calefacción por ventilación forzada se debe a su estrecha relación con el sistema de enfriamiento por ventilación forzada.

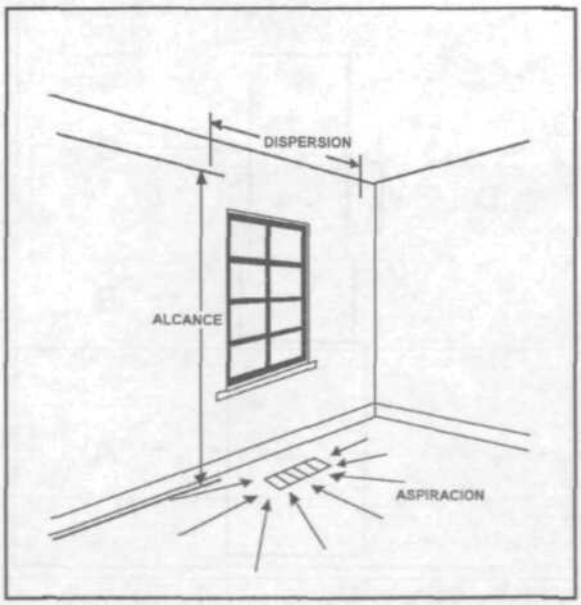


Figura 55-1 Ejemplos de aspiración, dispersión y alacance.

Se ha buscado que los conceptos tratados en esta lección sean accesibles para usted y de fácil comprensión. Sin embargo, si algún punto no le queda completamente claro, no dude en volver a leerlo cuantas veces sea necesario, hasta despejar todas sus dudas.

Los ejercicios de autoevaluación incluidos le ayudarán mucho en el avance del estudio de su lección. Resuélvalos por tanto con bastante cuidado.

Definiciones y descripciones

ALCANCE *(throw).* Es la distancia que recorre la corriente de aire desde la salida hasta el punto en que alcanza su velocidad terminal. Se mide en pies. En sentido vertical, se mide a partir de las salidas del perímetro. Horizontalmente, se mide desde los registros y las salidas del techo.

AMORTIGUADOR *(damper).* El amortiguador es un dispositivo que controla el modo y la dirección en que fluye el aire.

ÁREA EFECTIVA *(effective área).* Es el área más pequeña que encuentra la corriente de aire a su paso cuando atraviesa la salida. La velocidad de chorro está determinada por el área efectiva. En muchas salidas, esta área es la misma que el área de salida.

ÁREA LIBRE *(free área).* Es el área total de las aberturas que existen en la salida o la entrada por la cual puede pasar el aire.

ASPIRACIÓN *(aspiration).* Es el hecho de que el aire de la habitación sea arrastrado por la corriente de aire. Eso impide que el aire de la habitación forme capas y permanezca en ellas. Cuando las

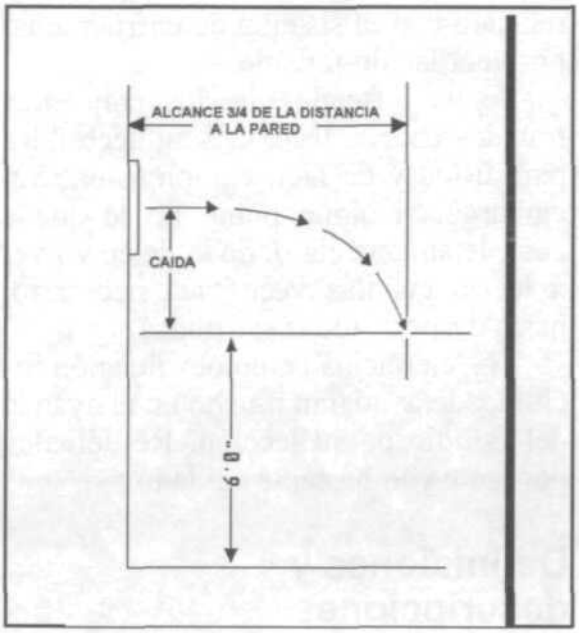


Figura 55-2 La caída se mide en el punto donde se alcanza la velocidad.

entradas y las salidas están bien ubicadas, absorben las corrientes que vienen de las ventanas y las paredes.

CAÍDA *(drop).* Este término se emplea cuando el aire es descargado horizontalmente desde salidas instaladas en lo alto de una pared. El aire frío tiene la tendencia a descender. Cuanto mayor sea la velocidad, tanto más grande será la distancia que el aire recorra antes de la caída. La caída se mide en el punto donde el aire alcanza la velocidad terminal. Es la distancia en pies que el aire ha caído, por debajo del nivel de la salida, cuando llega al punto de la velocidad terminal.

CÁMARA DE PLENO *(plenum chamber).* Es un compartimiento para el suministro de aire. Los ductos que distribuyen el aire se conectan con este compartimiento. La cámara está bajo presión. La presión hace que el aire fluya dentro de los ductos. Observe la ubicación de la cámara de pleno en la Figura 55-3.

CONDUCCIÓN *(conduction).* Este tipo de transferencia de energía calórica se produce en cuerpos sólidos. El calor pasa de una a otra molécula, pero éstas no parecen moverse.

CONDUCTOS DE SUMINISTRO *(supply ducts).* Son los conductos que llevan el aire hasta los lugares deseados. Los conductos de suministro deben estar bien diseñados para que funcionen adecuadamente. Es necesario colocarlos en el sitio apropiado para mantener la distribución conveniente. Están aislados para evitar la fuga de calor durante la temporada de calefacción y la absorción de calor en la época de enfriamiento.

DECIBELES *(decibels).* Son unidades para medir el nivel del sonido. Son vitales para mantener el ruido al mínimo. Cuando la pérdida total de presión es más baja, el sistema funciona más silenciosamente. Su signo es dB.

DIFUSOR *(diffuser).* Una salida cuyo patrón de distribución de aire sea amplio y en forma de abanico se llama difusor.

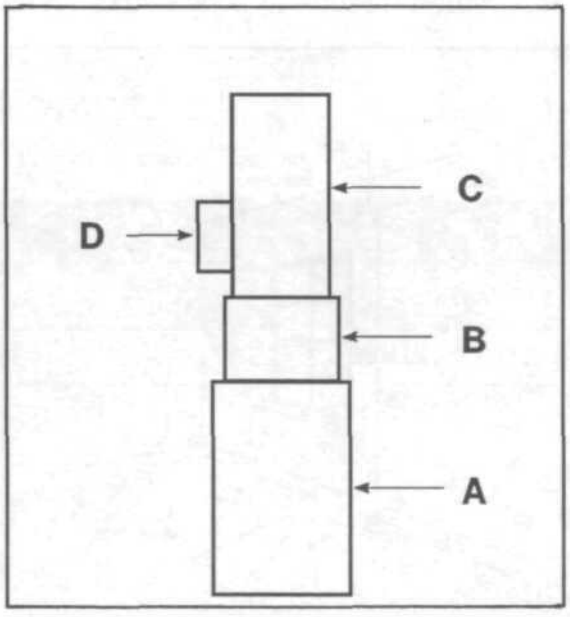


Figura 55-3 Ubicación de la cámara de pleno. Horno *(A).* Evaporador *(B).* Cámara de pleno (C). Humidificador *(D).*

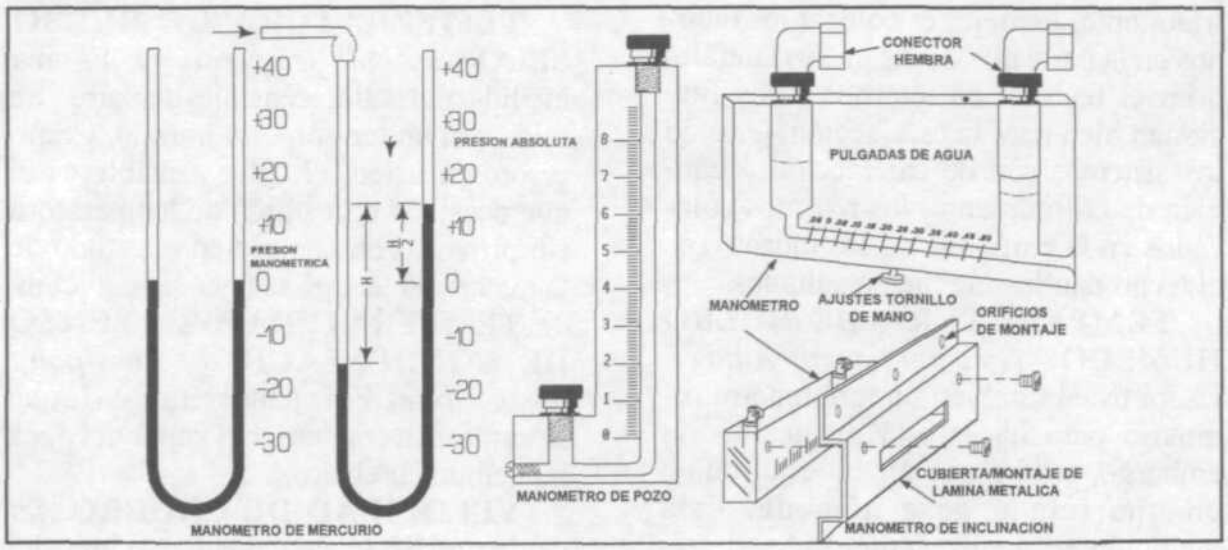


Figura 55-4 Algunos tipos de manómetros de mercurio.

DISPERSIÓN *(spread).* Es la amplitud máxima de la distribución del aire a la velocidad terminal. Se mide en pies.

DUCTOS DE RETORNO *(return ducts).* Son conexiones con las que el espacio acondicionado se conecta con el equipo que se encarga de manejar el aire.

MANÓMETRO *(manometer).* Es un dispositivo que mide exactamente la presión. Un tipo de manómetro consiste en un tubo de vidrio en forma de U. En este tubo se introduce mercurio. Cuando ambos extremos están abiertos al aire, el mercurio permanece a la misma altura en los dos lados del tubo en forma de U. Generalmente uno de los lados del tubo está graduado. Cuando se aplica presión en un extremo del tubo, ésta puede leerse en el otro lado. El manómetro que se usa para medir la presión estática contiene agua.

NIVEL DE POTENCIA DE SONIDO *(sound power level).* Es el sonido total que produce una salida cuando el sistema de enfriamiento o calefacción está funcionando.

PIES POR MINUTO *((feetper minute).* La velocidad del aire puede medirse en pies por minuto (ppm). Para realizar esta medición se utiliza un medidor conocido como velómetro.

REGISTRO *(register).* Se llama así al conjunto de rejilla y amortiguador. Cubre una abertura o el extremo de un ducto de aire. Arroja una corriente concentrada de aire en una zona ocupada.

REJILLA *(grille).* Una abertura decorativa, o en forma de persiana, que se coloca en el extremo de un pasaje por donde circula el aire, recibe el nombre de rejilla.

SALIDAS DE RETORNO *(return outlets).* El aire del espacio acondicionado entra por estas aberturas al sistema de ductos de retorno. Lo más frecuente es que se coloquen en posición opuesta a la salida de suministro.

SALIDAS DE SUMINISTRO *(supply outlets).* Son dispositivos que se colocan en el extremo de los conductos de suministro. Ayudan a la adecuada distribución del aire. Sirven para controlar la dirección del flujo del aire.

SISTEMA DE PERÍMETRO *(peñmeter system).* En este tipo de sistema se usan difusores para acolchar la parte exterior de las paredes de una habitación. Encontrará usted retornos en las ubicaciones centrales. En el caso del en-

friamiento, lo mejor es colocar los retornos en la parte alta de los muros laterales o en el techo. Los retornos bajos funcionan bien para la calefacción. Cuando los sistemas son de calefacción y también de enfriamiento, los retornos colocados en la parte alta de los muros o en el techo dan los mejores resultados.

TEMPERATURA DE BULBO HÚMEDO *(\vet-bulb temperature).* Usará usted también un termómetro ordinario para hacer esta medición. Sin embargo, tendrá que envolver el bulbo en una tela o gasa húmeda. Esta medición se realiza colocando el termómetro en una rápida corriente de aire. Así sabrá usted cuál es la cantidad total de calor contenida en el aire. El calor total es el calor sensible más el calor latente. Recordará usted que el calor latente es el que se le añade o se le quita a una sustancia cuando ésta cambia de estado físico. El calor latente no puede medirse por un cambio de temperatura. Se mide comparando la temperatura de bulbo seco con la lectura que se obtiene con el termómetro de bulbo húmedo. Si restamos la medida del calor sensible de la medición obtenida con el bulbo húmedo, tendremos la medida del calor latente.

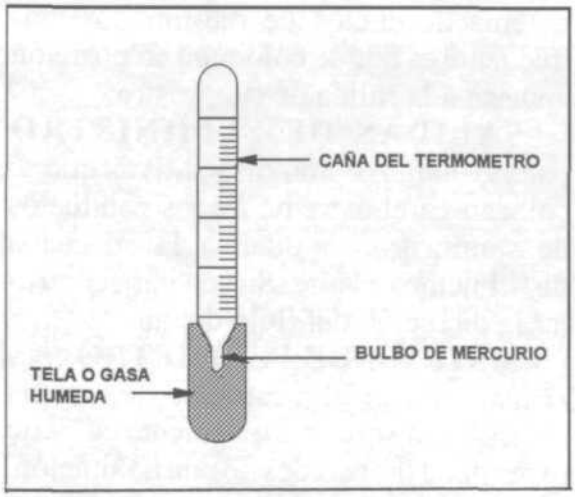


Figura 55-5 Un termómetro de bulbo húmedo mide el calor total del aire.

TEMPERATURA DE BULBO SECO *(dry-bulb temperature).* Es una medida del calor sensible del aire. Se mide con un termómetro normal. Como recordará usted, el calor sensible es el que ocasiona un cambio de temperatura sin provocar un cambio en el estado de la materia en la que se hace la medición.

TEMPERATURA DEL PUNTO DE CONDENSACIÓN *(dew-point temperature).* Es la temperatura en la que se empieza a condensar el vapor del agua contenido en el aire.

VELOCIDAD DE CHORRO *(jet velocity).* Es la velocidad máxima del aire en la salida.

VELOCIDAD DE SALIDA *(outlet velocity).* Es la velocidad medida en la salida.

VELOCIDAD FRONTAL *(face velocity).* Es la velocidad del aire que pasa a través de una salida o un conducto de retorno del aire.

VELOCIDAD RESIDUAL *(residual velocity).* Es la velocidad que se conserva dentro de la zona ocupada. Casi siempre fluctúa ente 20 y 70 ppm.

VELOCIDAD TERMINAL *(terminal velocity).* Es la que se produce en el punto donde el aire descargado de una salida cae a una velocidad determinada. Lo más frecuente es que esa velocidad sea de 50 ppm.

VELOMETRO *(velometer).* Es un medidor que señala la velocidad en pies por minuto. Puede usarse para medir la velocidad en cualquier lugar de una habitación. Se utiliza también para medir la velocidad del aire en ductos.

El velómetro está fabricado para medir la velocidad del aire a cierta temperatura. Esa temperatura es 68 grados Fahrenheit (20 °C). Hay una fórmula que usted debe usar cuando la temperatura del aire sea diferente de 68 grados Fahrenheit.

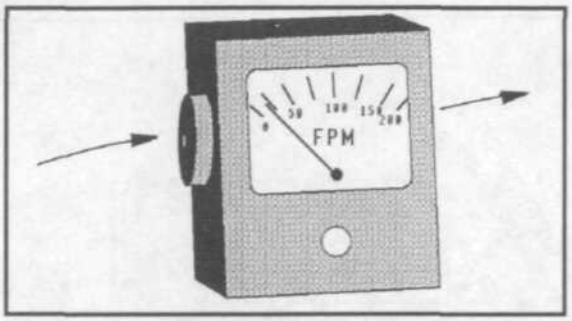


Figura 55-6 El aire fluye de izquierda a derecha a través de un velómetro.

$$ppm = \frac{460 + T}{460 + 68 + V}$$

En esta ecuación:
ppm significa pies por minuto
T significa temperatura
V significa lectura del velómetro

ZONA OCUPADA(occupiedzone). Es el área interior de un espacio con aire acondicionado. Incluye el área comprendida desde una distancia de 6 pulgadas de las paredes hasta 6 pies por encima del piso.

Sistema de calefacción por ventilación forzada

Antes de instalar un sistema de ventilación forzada usted debe saber cuánto aire se necesita para ese trabajo. Tiene que saber tres cosas para tener una idea del volumen de aire que debe llegar:

- carga de calor
- temperatura ambiente
- temperatura del ducto

La carga de calor es la cantidad de calor, medida en BTU, que se elimina de una área específica durante un periodo de 24 horas. Para calentar una área específica, tiene que regresar por lo menos esa misma cantidad de calor. En una lección posterior aprenderá a calcular la carga de calor. Por el momento, sólo le daremos una cifra para los ejemplos.

La temperatura ambiente es la temperatura acondicionada de la habitación que usted desea tener. La mayoría de las veces es alrededor de 72 grados Fahrenheit (22 °C). Usted tendrá que calcular la temperatura del ducto de aire. Si las temperaturas del ducto de aire son bajas, necesitará mucho aire para llevar el calor suficiente. Si las temperaturas del ducto son altas, tendrá temperaturas de chimenea más altas. Quizás los ductos tengan que aislarse.

La temperatura que se sugiere para las rejillas es de 125 °F (52 °C). Para los ductos sería de 140 °F (60 °C). El que usted pueda obtener y mantener las temperaturas sugeridas depende de la longitud del ducto.

Antes de poder encontrar el volumen de aire que se necesita para calentar una habitación en particular, debemos saber el peso que debe tener el aire para mantener las temperaturas sugeridas. Como ya sabe, el calor específico del aire es .24 BTU/Ib Para encontrar este peso necesario del aire, emplee la ecuación de calor específico.

carga de calor de la habitación = 0.24 x peso del aire x diferencia de temperatura

Digamos, por ejemplo, que la carga de calor de la habitación es 15,000 BTH/hora. La temperatura ambiente es 72 °F (23 °C). La temperatura del ducto es 140° F (60 °C). Así, pues, la diferencia de temperatura es 140 - 72, es decir 68 °F (20°C). Por lo tanto:

15,000 = .24 x peso del aire x 68
15,000 = 16.32 x peso del aire
15,000/16.32= peso del aire

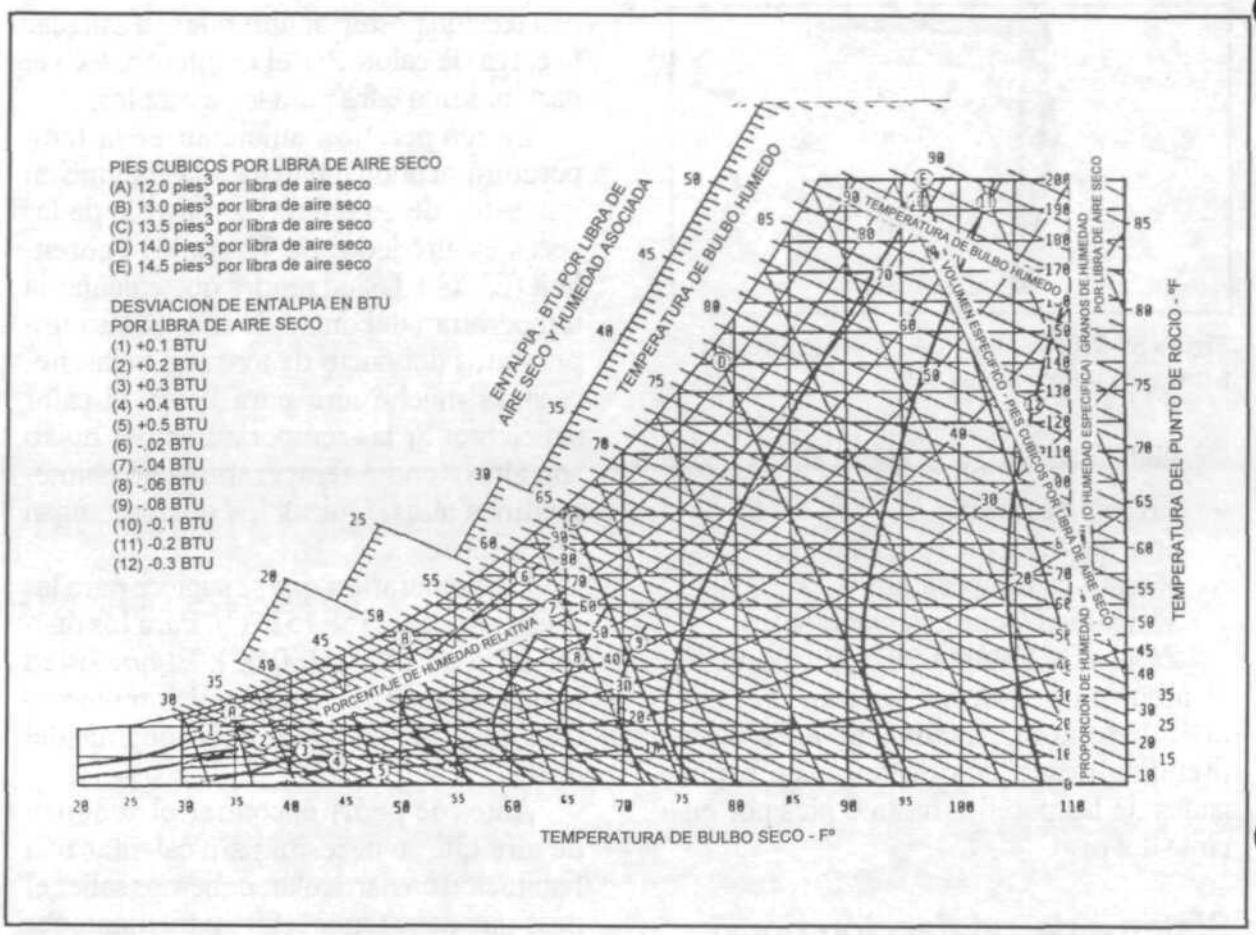


Figura 55-7 Carta psicrométrica.

« 919.12 = peso del aire

919.12 libras es el peso del aire por hora. Para encontrar el peso por minuto, tiene que dividir entre 60. Eso da 15.32 libras por minuto.

Ahora necesita encontrar el volumen de aire que se precisa para calentar la habitación. Primero encuentre el volumen de una libra de aire a la temperatura del ducto. Para hallarlo, observe la tabla psicrométrica. En una lección anterior aprendió acerca de la psicrometría. Para ayudarle, volveremos a poner una tabla.

Como podrá ver, esta tabla no llega hasta 140 °F (60 °C). Podemos usar una fórmula para calcular el volumen de una libra de aire a 140 °F. Se llama Ley de Charles. También necesita saber el volumen de aire a 72 °F (22 °C y 50% de humedad. Es 13.55 pies cúbicos. Así, pues:

13.55 /vol = 460 + 72/ 460+ 140

13.55/vol = 532/600

13.55 x 600 = vol x 532

8130 = volx 532

8130 / 532 = vol

15.28 = vol

El volumen de una libra de aire en el ducto es 15.28 pies cúbicos. El volumen de aire por minuto es el peso del aire por el volumen por libra.

15.32 x 15.28 = 234 pies cúbicos por minuto.

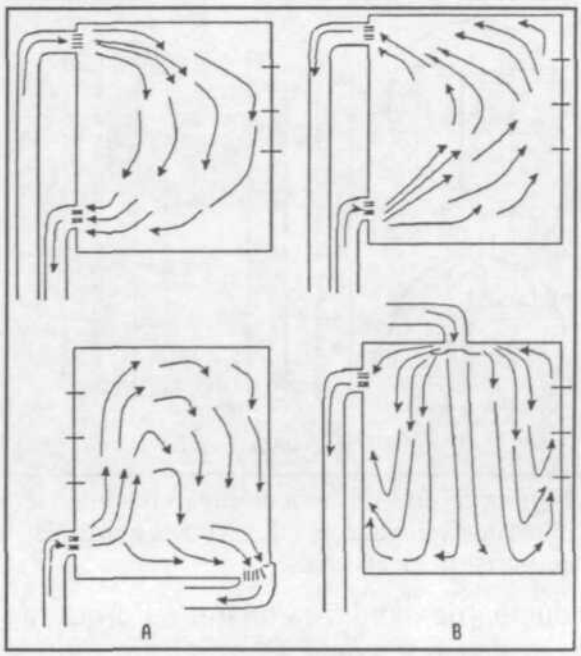


Figura 55-8 Colocación de ductos. Ductos para calefacción *(A).* Ductos para enfriamiento

Se necesitarán 234 pies cúbicos de aire de 140 grados por minuto para calentar una habitación donde la carga de calor sea de 15,000 BTU.

Sistema de enfriamiento por ventilación forzada

Hay una forma fácil de calcular el volumen de aire que se necesita para enfriar una habitación. Sólo emplee un pie cúbico por minuto para cada pie cuadrado de superficie cubierta. Si una casa tiene 1,000 pies cuadrados (93 m2), la capacidad del ventilador debe ser de 1,000 pies cúbicos por minuto.

Ahora tiene que decidir cuál es la carga de enfriamiento. Digamos que la casa necesita 12,000 BTU por hora por cada 500 pies cuadrados de superficie cubierta. Esto es una tonelada por 500 pies cuadrados de superficie cubierta, o dos toneladas para la casa. Una unidad de enfriamiento de dos toneladas debe enfriar bien esa casa.

El volumen de aire puede calcularse de manera muy similar a la que se emplea para un sistema de calefacción por ventilación forzada. Es un poco más preciso. Se utiliza la misma fórmula de calor específico.

BTU := calor específico del aire x peso del aire x diferencia de temperatura

Estamos usando una carga de calor de 12,000 BTU/hora. El calor específico es .24 BTU/libras de aire. Ahora tenemos que decidir la temperatura del aire en el ducto y la habitación. Digamos que queremos que la habitación tenga 75 °F (24 °C . La unidad produce aire de 60 grados en los ductos. Así que la diferencia de temperatura es de 15 grados. Ahora podemos usar la fórmula.

12,000 = .24 x peso del aire x 15

12,000 = 3.6 x peso del aire

12,000/73.6 = peso del aire

3,333.33 libras por hora = peso del aire

Para cambiar esto a libras por minuto, divida entre 60. La respuesta es que el aire pesa 55.56 libras por minuto.

Observe la tabla psicrométrica: 13.4 pies cúbicos de aire a 60 °F y 60% de humedad relativa pesan una libra.

Para encontrar el volumen, multiplique 55.56 x 13.4. Ahora, el sistema debe proporcionar 744.50 pies cúbicos (210.6 m^3) por minuto para enfriar la casa a 75 °F (23.8°C).

Sistema de distribución de aire para una residencia real

Cualquier sistema de distribución de aire debe satisfacer cuatro requisitos principales:

Debe mezclar el aire acondicionado con el suficiente aire de la habitación para que éste no esté ni muy caliente ni muy frío cuando la persona lo sienta.

Debe reducir la velocidad del aire lo suficiente como para evitar la existencia de corrientes en la zona ocupada.

Debe mantener el aire de la zona ocupada en movimiento.

Debe mantener el ruido a un nivel bajo.

Hemos hablado de la ventilación y del movimiento del aire. Usted sabe que se deben evitar las corrientes. La colocación de ductos decidirá hasta qué punto se evitan las corrientes. De hecho, los ductos son una necesidad en los sistemas de aire acondicionado. Es importante cómo están fabricados y cómo están colocados. También es importante cómo están cubiertos. En esta lección nos concentraremos en los ductos y en cómo distribuyen el aire acondicionado. Los ductos son los que transportan el aire en un sistema de aire acondicionado.

La Figura 55-8 le muestra cómo se deben colocar los ductos para evitar las corrientes.

Cuando el aire se mueve a más de 25 pies (7.7 m) por minuto, la mayoría de la gente siente una corriente. Para evitar corrientes y calentar o enfriar una habitación, se necesita una velocidad de 5.5 mph ó 500 pies por minuto desde el ducto de salida. La elección adecuada de dónde colocar los ductos es lo que mantiene a 25 pies por minuto o menos la velocidad en las partes ocupadas de la habitación. Es importante también la ubicación de los ductos de entrada, pero más importante es la localización de los

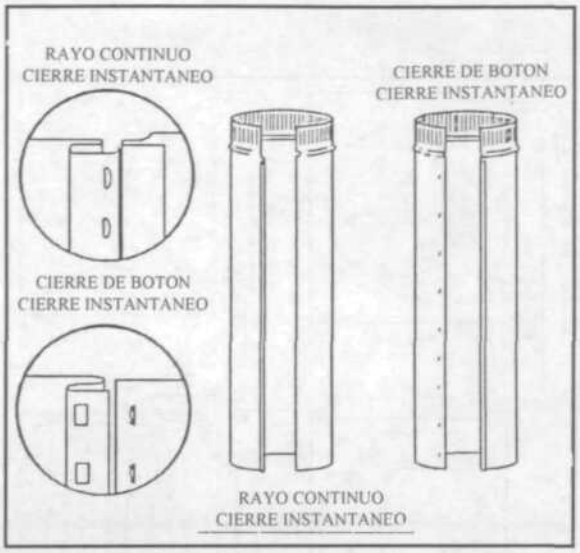


Figura 55-9 Estas articulaciones permiten la dilatación y contracción de un ducto a medida que se calienta o enfría.

ductos de salida. ¿Por qué? Porque de eso depende cómo fluirá el aire por la habitación. Usted puede confirmarlo con sólo mirar la Figura 55-8.

Ya sea un sistema de calefacción por ventilación forzada, de enfriamiento por ventilación forzada o de ambos, los ductos deben diseñarse teniendo en cuenta dos factores. Uno es el costo, usted querrá hacer el trabajo con la menor cantidad de dinero posible. El otro factor es la eficiencia, usted querrá que los ductos tengan un alto desempeño.

Ya sabe que el calor se mueve de una sustancia más caliente a una más fría. El aire caliente sube y el frío tiende a bajar. Un tercer hecho que debe saber es que el aire fluye de lugares de alta presión a lugares de menor presión. Los ductos funcionan bajo este principio. Cuanto más diferente sea la presión entre los dos sitios, más rápido fluirá el aire.

Los ductos están hechos de muchas clases de material. Debido a que la presión no es mucha, el material puede ser ligero. Pueden hacerse con cualquiera de los materiales que se mencionan a continuación.

hoja de metal de estaño delgada

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo el término entre paréntesis que complete las siguientes afirmaciones.

1. La carga de calor es la cantidad de calor, medido en BTU, que se elimina de una área o espacio durante un periodo de (12 hrs.. 24 Ilrs.).
2. La temperatura ambiente es la temperatura acondicionada de la habitación que se desea tener y generalmente es de (72F. 82F).
3. Para calcular el volumen de aire necesario para enfriar una habitación se debe considerar un pie cúbico por minuto por cada (pie cuadrado de superficie, pie cúbico de superficie).
4. En un sistema de distribución de aire acondicionado, para eliminar las corrientes se deben colocar (ventiladores, ductos).
5. El diseño de un ducto se basa en dos factores: el costo y (el tamaño, la eficiencia).

. Respuestas

1. 24 hrs. 2. 72F 3. pie cuadrado de superficie 4. ductos 5. la eficiencia.

hoja de metal galvanizada

hoja de metal de aluminio

asbesto

cartón de fibra

madera

cerámica

plástico

Son preferibles los ductos hechos de metal. Algunos reglamentos locales no permiten los de aluminio, vidrio, fibra o plástico. Los ductos de metal tienen superficies suaves que no resienten el flujo de aire. Son fáciles de moldear y colocar. Los ductos vienen en muchas formas: pueden ser redondos, rectangulares y hasta triangulares. Los chapistas hacen ductos empleando dobladuras y fundidores especiales. Conforme se requiere, se diseñan "codos" y otros ramales de conexión. Los ductos de metal se dilatan y se contraen de acuerdo con la temperatura. Se dilatan cuando se calientan y se contraen cuando se enfrían. Esto significa que deben tener articulaciones especiales. Las articulaciones permiten que se muevan los ductos. La Figura 55-9 muestra dos tipos de articulaciones.

Existen dos formas principales de calcular el tamaño de un ducto para un sistema. Uno se llama sistema de caída de presión por unidad. El otro se denomina sistema de caída de presión total. En ambos sistemas prevalece un principio. El aire que se hace pasar por un ducto sigue la trayectoria de la menor resistencia. Si un ducto tiene menos resistencia que el otro, la mayor parte del aire fluirá por el ducto. Eso significa que una habitación tendrá más aire frío o

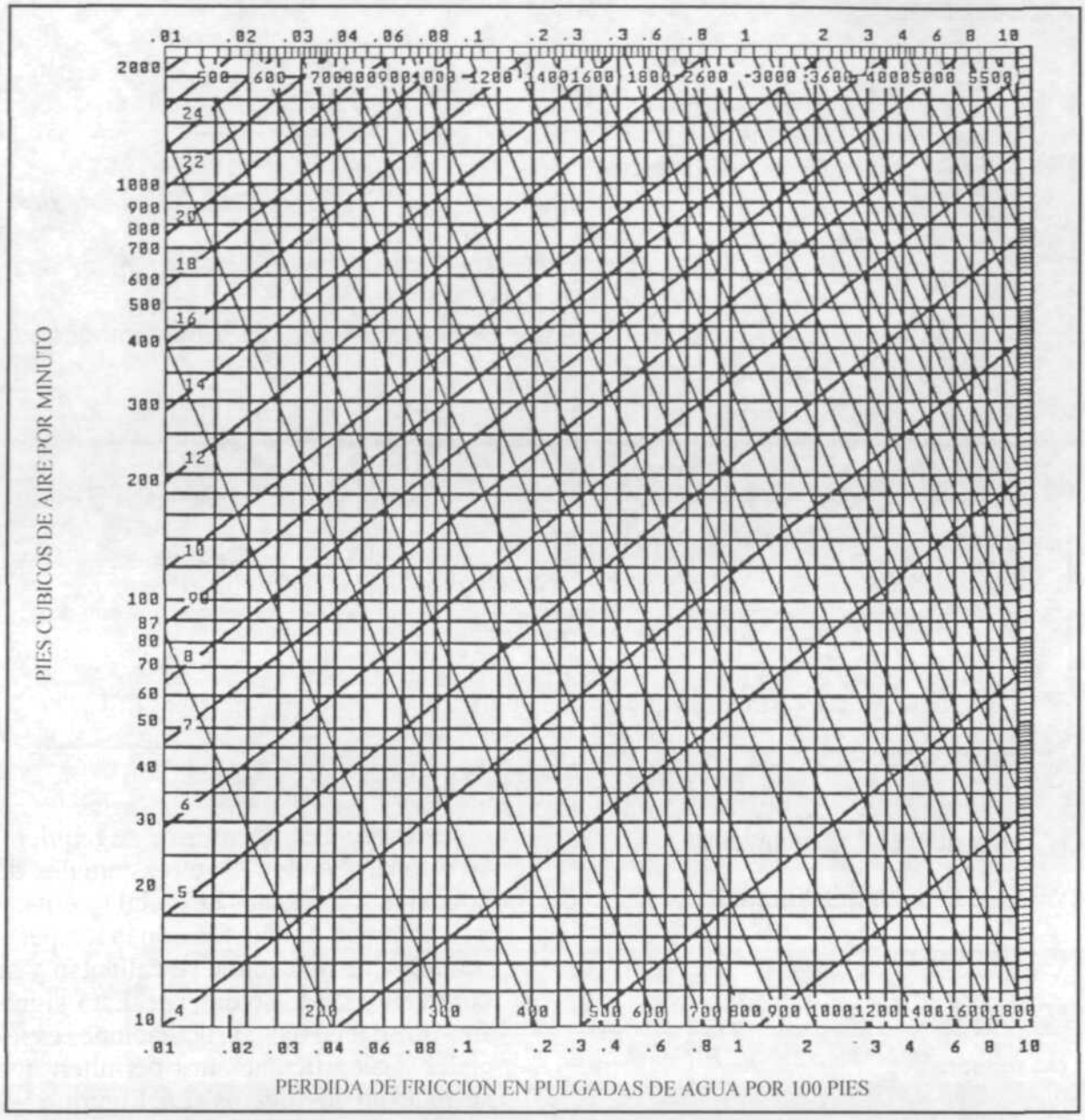


Figura 55-10 Tabla de fricción para corrientes de aire de 10,000 a 2,000 pies cúbicos por minuto en ductos.

caliente del que necesita, mientras que las otras no tendrán bastante.

Sistema de caída de presión por unidad

Este sistema emplea la misma caída de presión para cada ducto del sistema. Por ejemplo, un sistema tiene una carga total de 65,000 BTU durante la calefacción. Hay cinco habitaciones. A continuación se enumeran con las cargas de calor.

sala: 25,000 BTU/hr

cocina/comedor: 15,000 BTU/hr

baño: 8,000 BTU/hr

recámara: 15,000 BTU/hr

recámara: 12,000 BTU/hr

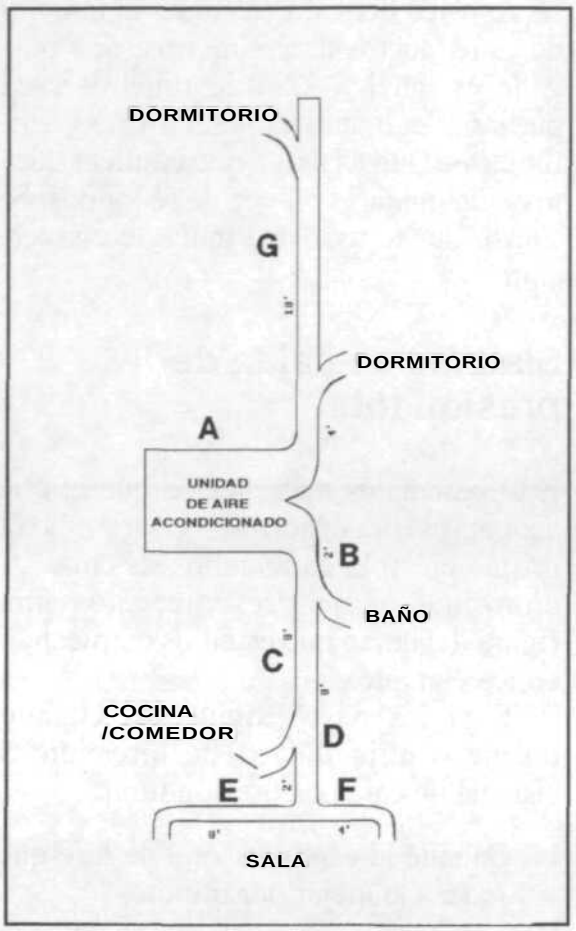


Figura 55-11 El ducto *A* canaliza la mayor corriente de aire. Los otros ductos también están rotulados con letras.

Luego calcule cuánto aire se necesita para calentar estas cinco habitaciones. Para hacerlo tiene que saber el calor específico del aire. Es .24 BTU/lb. También tiene que saber el volumen de una libra de aire. Es 15.28 pies cúbicos. Tendrá que saber la diferencia de temperatura. Es la diferencia entre la temperatura de la habitación y la temperatura del aire del ducto. Casi siempre es de 68 °F (20 °C).

La fórmula para encontrar cuánto aire se necesitará para cada habitación es:

El volumen de una libra de aire dividido entre el calor específico del aire por la diferencia de temperatura. En otras palabras, 15.28 / .24 x 68 = .936 BTU por pies cúbico por hora. Sin embargo, necesitamos esta cifra en pies cúbicos por minuto. Así que tenemos que dividir .936 entre 60 puesto que hay 60 minutos en una hora: .936 / 60 = .0156 BTU por pies cúbicos por minuto. Ahora podemos saber cuánto aire se necesita por minuto para calentar la habitación.

Así se hace:

sala: 25.000 x .0156 = 390 pies cúbicos por minuto.

cocina/comedor: 15,000 x .0156 = 234 pies cúbicos por minuto.

baño: 8,000 x .0156 = 124.8 pies cúbicos por minuto.

recámara: 15,000 x .0156 = 234 pies cúbicos por minuto

recámara: 12,000 x .0156 = 187.2 pies cúbicos por minuto.

El volumen total de aire que se necesita es 1,170. Para decidir de qué tamaño tienen que ser los ductos de cada habitación para dar estos resultados, se necesitan tablas especiales. Necesitará una tabla de fricción para ductos rectos.

A primera vista esta tabla parece difícil de leer, pero en realidad no lo es. La escala que pasa por la parte superior e inferior es la pérdida de fricción en pulgadas de agua. La escala del lado izquierdo representa los pies cúbicos de aire por minuto. Las líneas que se inclinan hacia la derecha muestran la velocidad. Las líneas que se inclinan hacia la izquierda muestran el diámetro del ducto redondo.

El ducto principal debe transportar 1,170 pies cúbicos por minuto. Usted tiene que hacer que haya poco ruido, así que elija una pérdida de fricción de .04 pulgadas (la escala que atraviesa la parte superior). Mire el lado izquierdo hasta que llega a 1,170 aproximadamente.

Siga a lo ancho hasta que alcance la línea vertical que corre hacia abajo desde .04. La línea más cercana que se inclina hacia la derecha es 700. La velocidad del aire en un ducto que transporta 1,170 pies cúbicos por minuto con una pérdida de fricción de .04 es 700 pies por minuto. La línea más cercana que se inclina hacia la izquierda es 16. El diámetro del ducto redondo debe ser 16 pulgadas.

Ahora puede emplear este método para encontrar el tamaño del ducto para cada uno de los ductos de la ramificación. Utilice la misma pérdida de fricción. Para la sala, deslícese por el lado izquierdo de la tabla. Encuentre la línea horizontal más cercana a 390. La velocidad será 550 pies por minuto y tendrá que emplear un ducto de 12 pulgadas de diámetro. A continuación se enlistan los valores para las demás habitaciones.

cocina/comedor: 370 pies por minuto y ducto de 6.9 pulgadas de diámetro.

baño: 400 pies por minuto y ducto de 8 pulgadas de diámetro

recámara: 480 pies por minuto y ducto de 10 pulgadas de diámetro

recámara: 450 pies por minuto y ducto de 9.3 pulgadas de diámetro.

VOLÚMENES DE AIRE DEL DUCTO		
A	1,170	pcm
B	748.8	pcm
C	624	pcm
D	390	pcm
E	195	pcm

Figura 55-12 Volumen de aire de cada uno de los ductos mostrados en la ilustración anterior.

Si usted tiene que cambiar el tamaño de estos ductos a centímetros, una pulgada es igual a 2.54 centímetros. Así pues, 6.9 pulgadas es igual a 17.53 centímetros. Quizás tenga que emplear ductos rectangulares en vez de redondos. Si es así, puede usar una tabla de conversión.

Sistema de caída de presión total

Este sistema es más preciso que el que acabamos de describir. Usaremos el mismo ejemplo para ambos sistemas. A continuación le presentaremos una figura del ducto que estamos empleando en los ejemplos.

Siga los pasos siguientes cuando diseñe o elija ductos de aire con el sistema de caída de presión total.

Calcule la cantidad total de aire que se va a manejar por minuto.

Calcule la cantidad de aire que manejará por separado cada parte del sistema.

Coloque la unidad tan cerca del centro de distribución como pueda.

Divida en zonas el edificio.

Divida el volumen de aire por minuto para que se ajuste a las necesidades de cada zona.

Decida el tamaño de cada entrada y salida de acuerdo con la velocidad y el volumen que se necesitan.

Instale las entradas y salidas para producir una distribución adecuada.

Decida el tamaño de todos los ductos principales y de ramificación basándose en los volúmenes y las veloci-

dades que se necesitan. Tome en cuenta las pérdidas de fricción.

Calcule la resistencia del sistema de ductos. Esta será la resistencia que ofrece el tamaño más largo del ducto.

Revise las dimensiones y las áreas de los tramos más cortos del ducto para que igualen la resistencia del tramo más largo.

En cada rama utilice amortiguadores de volumen.

Como puede ver, tiene que hacer algunos cálculos para obtener los ductos de aire de este sistema. Pero no son cálculos difíciles, ¿verdad? Si posee una calculadora, son todavía más sencillos.

Vamos a empezar haciendo una lista de los pies cúbicos por minuto de cada ducto de la Figura 55-11. Ya conocemos esas cifras desde que hablamos del sistema de caída de presión por unidad, sólo que aquí las expresaremos de manera diferente.

El ducto A lleva todo el aire. Como sabemos, el volumen de aire total que se necesita para este sistema de ductos es 1,170. Para calcular el volumen de aire para el ducto B, tenemos que sustraer los volúmenes de aire que van a las recámaras. Para calcular el volumen de aire para el ducto C, debemos sustraer el aire que existe en la salida B, y así sucesivamente. La lista de la Figura 55-12 muestra los volúmenes de aire de cada ducto de la trayectoria de flujo de aire más larga de nuestro ejemplo. ¿Y las recámaras? El ducto G transportará 421.2 pies cúbicos por minuto. El ducto H transportará 187.2 pies cúbicos por minuto. El F, el otro ducto de la sala

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. La fórmula para encontrar cuánto aire se necesitará, para cada habitación, en un sistema de caída de presión por unidad es: el volumen de una libra de aire dividido entre el calor específico del aire multiplicado por la_____.
2. El sistema de caída de presión total es_____eficiente que el sistema de caída de presión por unidad.
3. Para encontrar la velocidad del aire en la salida de un ducto, es necesario conocer la_____de presión en cada ducto.
4. Por regla general, la caída de presión de un codo de un ducto es igual a_____ diámetros del ducto.
5. La fórmula: caída de presión = .04 x longitud de la parte / longitud total sirve para calcular la presión de cada_____de un ducto.

Respuestas

1. diferencia de temperatura 2. más 3. caída 4. 10 5. sección

transportará 195 pies cúbicos por minuto.

Ya hemos completado los primeros pasos del proceso. Hemos calculado la cantidad de pies cúbicos de aire que se manejarán por minuto, 1,170. Hemos calculado la cantidad de pies cúbicos de aire que cada parte del sistema manejará por separado.

Como podrá ver en la figura, hemos colocado la unidad de calefacción-enfriamiento lo más cerca posible del centro de distribución. Hemos dividido en habitaciones el edificio. Hemos dividido los volúmenes de aire por minuto para que se adapten a las necesidades de cada zona. Hemos calculado el volumen de aire que existirá en cada salida.

Ahora tenemos que encontrar la velocidad que hay en cada salida. ¿Por qué? Debemos encontrar el tamaño de cada entrada y salida basándonos en el volumen y la velocidad que se necesitan. Para encontrar la velocidad del aire en cada salida, tenemos que encontrar la caída de presión en cada ducto. Una parte vital de este sistema es que incluye los codos y dobleces. Esa es una de las razones por lo que es más preciso que el sistema de caída de presión por unidad.

Existe una regla para realizar estos cálculos. La caída de presión de un codo es igual a 10 diámetros del ducto. Diremos que hay un gran doblez sobre la unidad de calefacción-enfriamiento. Las salidas se encuentran en el nivel de siete pies.

Codo (18x10)	15 pies
A	12 pies
Codo (16x10)	13 pies
B	2 pies
C	8 pies
D	2 pies
Codo (9x10)	8 pies
E	8 pies
Codo	8 pies
Elevación vertical	7 pies
Codo	8 pies
TOTAL	91 pies

Ahora tenemos que calcular la caída de presión de cada sección. Para hacerlo, hay que seguir la siguiente ecuación:

caída de presión de cada parte = .04 x longitud de la parte / longitud total.

caída de presión para el primer codo = .04 x 15/91 = .04 x .16 = .0066.

Emplee esta fórmula para encontrar la caída de presión para cada salida.

Codo (18x10) .04 x 15/91 = .0066

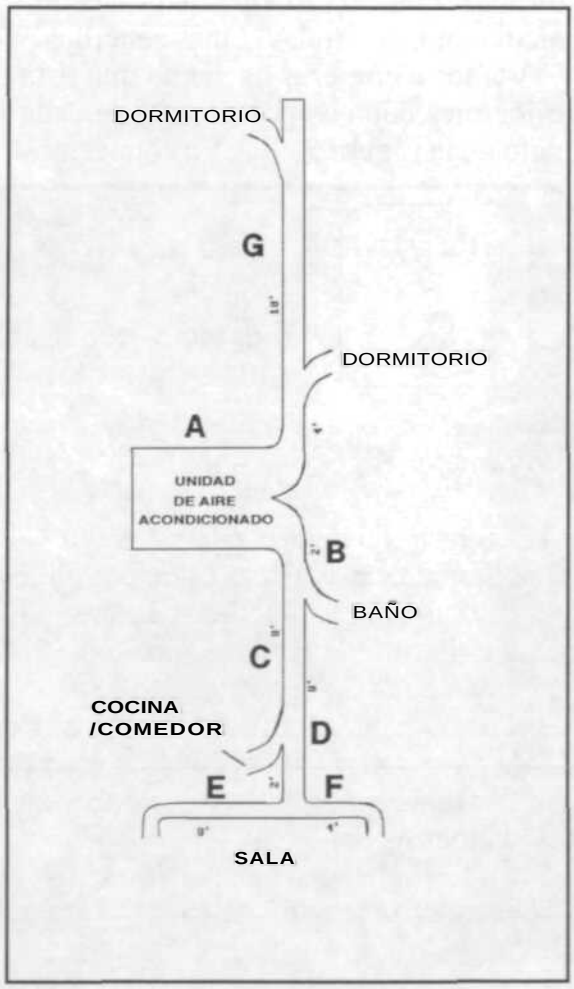


Figura 55-13 Sistema de ductos de una unidad calefactora/enfriadora en un apartamento de dos dormitorios.

HABITACION	VOLUMEN	SUMINISTRO
Sala	3,500 pies^3	350 pcm
Coc/comed	2,500 pies^3	250 pcm
Baño	500 pies^3	50 pcm
Dormitorio	2,000 pies^3	200 pcm
Dormitorio	1,500 pies^3	150 pcm
Totales	10,000 pies^3	1,000 pcm

Figura 55-14 Distribución del aire.

A	.04 x 12/91 =.0053
Codo (16x10)	.04x13791 =.0057
B	.04x2/91 =.0009
C	.04x8/91 =.0035
D	.04x2/91 =.0009
Codo (9x10)	.04x8/91 =.0035
E	.04x8/91 =.0035
Codo	.04x8/91 =.0035
Elevación vertical	04 x 7/91 = .0031
Codo	.04x8/91 =.0035

Ahora podemos encontrar la pérdida de presión de cada salida en el tramo más largo. Encontremos la pérdida de presión de la salida de la cocina/comedor. Tenemos que añadir todas las pérdidas de presión hasta esa salida. Esa salida es C. Así que añadimos .0053, .0057, .0009 y .0035. Eso es igual a.0154. La pérdida de presión en el ducto de la cocina/comedor es .0154.

Pero la caída de presión del ducto de la cocina/comedor debe ser igual a 0.4 pulgadas. Así que tenemos que sustraer .0154 de .0400. Eso es igual a .0246. Debemos elegir el tamaño de un ducto que nos dé esta pérdida de presión. ¿Por qué? Porque esta pérdida de presión, más la caída de presión hasta el ducto, igualará la pérdida de presión que queremos: .04 pulgadas.

Ahora debemos calcular la longitud de la rama de la cocina. Tendrá dos codos de seis pies cada uno y una elevación de siete pies. Eso equivale a 19 pies. Así, pues, la caída de presión en 19 pies es .0246. Tenemos que convertir esta cifra para poderla usar en términos de pérdida de presión en pulgadas de agua por 100 pies. En esa forma, podemos usar la tabla para saber el tamaño del ducto que necesitamos.

.0246 x 100 / 19 = .129 pulgadas de agua/100 pies.

VELOCIDADES DE AIRE RECOMENDADES			
Tipo de transp. de aire	Casas	Escuelas	Industria
Toma de aire inicial	750	800	1000
Ductos horizontales	700	900	1000-2000
Ductos de ramif/verticales	550	600	1000-1600
Rejillas sumin/salidas	300	300	400
Rejillas extrac/entradas	350	400	500

Figura 55-15 Velocidades de aire recomendadas.

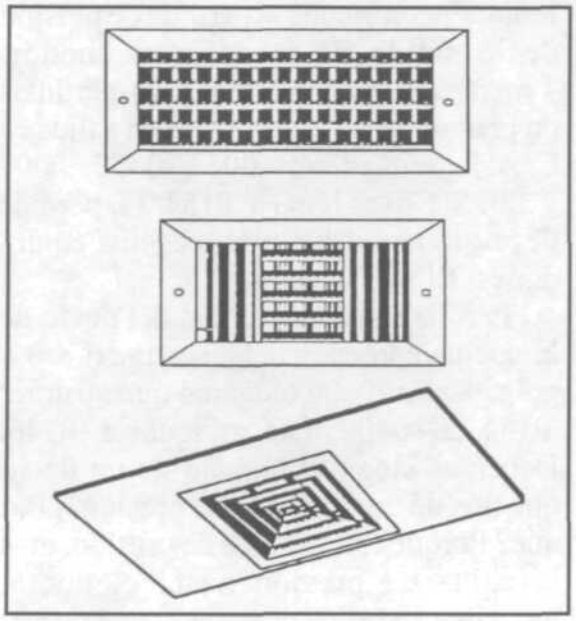


Figura 55-16 Pueden encontrarse amortiguadores en rejillas y difusores.

Ya sabemos que el volumen es 624 pies cúbicos por minuto en la salida. Sólo queremos que salgan 234 pies cúbicos por minuto en ese ducto. El resto debe seguir calentando la sala. Ahora sabemos que la pérdida de presión por 100 pies es. 129. Veamos la tabla una vez más.

Busque 234 en el lado izquierdo. Busque .129 en la parte inferior. Localice en qué parte de la tabla se cruzan. Verá que la velocidad va a ser de 700 y el tamaño del ducto de 8 pulgadas aproximadamente.

Para cada ducto siga este mismo procedimiento. Muchos fabricantes tienen tablas que simplifican la mayor parte de las cálculos, pero aún así tiene usted que conocer la razón de ser de esas tablas.

Existen también algunas forma más sencillas de diseñar un sistema cuando se emplea una tabla. Ahora le mostraremos una de ellas. Para ejemplificar este sistema, usaremos la Figura 55-13.

Digamos que esta unidad de calefacción/refrigeración maneja 1000 pies cúbicos de aire por minuto. La tabla de

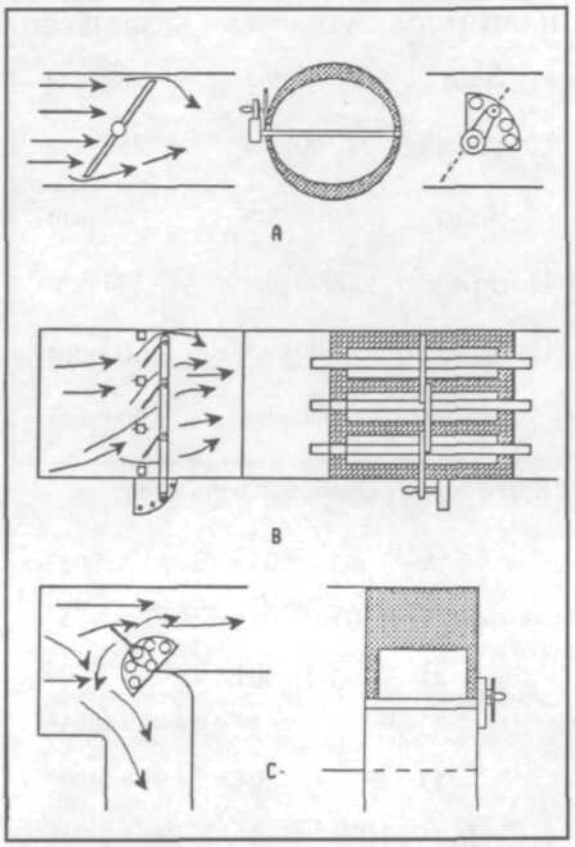


Figura 55-17 Amortiguadores. Amortiguador de mariposa *(A).* Amortiguador de aspas múltiples *(B).* Amortiguador dividido (C).

la Figura 55-14 le muestra cómo distribuiremos el aire en las habitaciones.

Como puede darse cuenta el sistema es sencillo. Basta con tomar la cantidad de aire que proporcionará la unidad y dividirla entre las habitaciones según el tamaño de éstas. Ahora puede decidir cuál será el tamaño de los ductos.

Bueno, consideremos el ducto de la cocina/comedor. ¿A qué distancia está ese ducto? A diez pies. ¿Cuánto aire debe transportar el ducto? Debe transportar el aire que va a la cocina/comedor y el que va a la sala. ¿Cuánto aire es? Es 600 pies cúbicos por minutó. ¿Qué tan largo debe ser el ducto? Para decidirlo tendrá que usar la siguiente fórmula.

S por 144 (pulgadas cuadradas divididas entre pies cuadrados) dividido entre T.

Ejercicio de
Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V si considera verdadera la afirmación, o la letra F si la considera falsa.

1. Una forma sencilla para diseñar un sistema es empleando una tabla.	F	V
2. La velocidad recomendada de aire que debe tener un ducto principal es de 500 pies/min.	F	V
3. Para diseñar un sistema de ductos, es necesario tener presente que hay que mantener la velocidad del aire lo más baja que sea posible.	F	V
4. En un ducto, para controlar la velocidad del aire y del ruido, se emplean generalmente difusores.	F	V
5. Hay dos tipos de amortiguador de aspas múltiples. Uno tiene aspas paralelas y el otro tiene aspas opuestas.	F	V

Respuestas

1. V **2.** F (La velocidad recomendada de aire que debe tener el ducto principal de una casa es 700 pies/min.) **3.** V **4.** F (Con frecuencia se emplean amortiguadores, los cuales ayudan a controlar la velocidad del aire y el ruido.) **5.** V

S es el abastecimiento de aire a la habitación; T es la velocidad recomendada de aire. La velocidad recomendada de aire que debe tener el ducto principal de una casa es 700 pies/min. Para un ducto de ramificación es 600.

Entonces para encontrar el tamaño correcto del ducto tiene que multiplicar 144 por 600. Eso da 86,400. Ahora divida 86,400 entre 700. Eso da como resultado 123.4 pulgadas cuadradas. Ahora divida eso entre la longitud del ducto. Eso da 12.3. Así pues, el ducto principal hasta la ramificación de la cocina/comedor tendrá 12.3 pulgadas de diámetro. ¿Y qué hay de la ramificación que va a la salida de la cocina/comedor? Debe transportar 250 pies cúbicos por minuto. Tiene ocho pies de longitud. Entonces, 144 x 250 = 36,000. Ahora divídalo entre 600. Eso da 60 pulgadas cuadradas. Divídalo entre la longitud del tramo: 8 pies. Nos da 7.5. El diámetro del ducto será 7.5 pulgadas. Como verá, éste es un sistema mucho más sencillo.

Algo que tiene que recordar al diseñar un sistema de ductos es mantener la velocidad del aire del ducto lo más baja que sea posible. ¿Por qué? Porque queremos que haya poco ruido. Hay también otras razones. Cuando se diseña un sistema como los que le hemos

mostrado, se baja lentamente la velocidad del ducto principal y de los ductos de ramificación. Eso tiene tres efectos buenos: (1) Permite que el aire se distribuya de una manera más uniforme. (2) Disminuye la fricción del aire de los ductos más pequeños y (3) recupera presión en el sistema.

La Figura 55-15 le proporciona las velocidades de aire recomendadas.

Con frecuencia empleará amortiguadores en cada rama, lo cual le ayudará a controlar la velocidad del aire y el ruido. ¿Qué son exactamente los amortiguadores? Son artefactos que controlan el flujo del aire. Algunos los encontramos en la rejilla o en el difusor de salida.

Algunos amortiguadores se encuentran en el ducto mismo. Los amortiguadores pueden equilibrar el flujo de aire. Pueden cerrar o abrir los ductos. Hay tres tipos principales de amortiguadores que se encuentran en los ductos.

amortiguadores de mariposa

amortiguador de aspas múltiples

amortiguador dividido

Hay dos tipos de amortiguador de aspas múltiples. Uno tiene aspas paralelas y el otro tiene aspas opuestas. La Figura 55-17 le muestra los 3 tipos de amortiguadores y cómo se colocan los ductos.

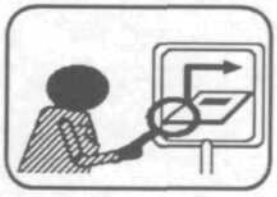
Resumen

En esta lección aprendió que la distribución de aire es la forma en que se lleva el aire a diversos lugares de una habitación o un edificio. También supo que el aire debe distribuirse de manera que su temperatura sólo difiera un poco en las diferentes partes de la habitación o edificio, y que debe tener una temperatura agradable cuando llegue a la zona ocupada. Además ya comprendió que la "zona ocupada" es la parte de la habitación en dónde vive la gente; en otras palabras, es el área que está a seis pulgadas de las paredes y a seis pies del piso.

Aprendió igualmente a calcular cuánto aire frío se necesitará para enfriar una habitación o un edificio. También conoció el modo de evaluar el sistema de distribución de aire de un edificio.

Ahora ya es casi un especialista en todo lo referente a ductos. Ya sabe de qué son, cómo se colocan y corro se cubren. Asimismo sabe calcular su tamaño para un sistema dado, tanto por el método de caída de presión por unidad como por el de caída de presión total.

¡Ha dado usted un gran paso en su preparación como técnico de refrigeración y aire acondicionado!



...y **después, ¿qué sigue?**

¿Para qué se usa la humedad relativa? ¿Qué es la depresión de bulbo húmedo? ¿Cuántos y cuáles son los componentes básicos de las enfriadoras por evaporación? ¿Qué es un cojín de evaporación? ¿Cuáles son las piezas básicas de un sistema que suministra agua con carácter permanente? ¿Cuáles son los tipos básicos de la distribución de agua a los cojines de evaporación? ¿Qué tipo de sistema constituye el ciclo de enfriamiento por evaporación? ¿Cuántos y cuáles tipos de enfriadores por evaporación hay? ¿Qué es un interruptor de desconexión?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* ***Escoja una sola respuesta para cada pregunta.*** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. La carga de calor es la cantidad de calor, medida en BTU, que se elimina de un área específica durante un período de
a. 8 hrs.
b. 12 hrs.
c. 20 hrs.
d. 24 hrs.

2. El volumen de aire que es necesario enfriar en una habitación es igual a
a. un m^3 por minuto por cada m2 de superficie cerrada.
b. un pie3 por minuto por cada pie^2 de superficie cerrada.
c. una $pulg^3$ por minuto por cada $pulg2^2$ de superficie cerrada.
d. un cm^3 por minuto por cada cm2 de superficie cerrada.

3. En un sistema de aire acondicionado donde intervienen la ventilación y el movimiento del aire, las corrientes se evitan a través de
a. ductos.
b. ventiladores.
c. difusores.
d. filtros.

4. El diseño de los ductos se lleva a cabo en función del costo y de
a. el tamaño.
b. el material.
c. la eficiencia.
d. el peso.

Recorte aquí el talón de respuesta y envíelo a la escuela

Calificación:

Núm. de matrícula

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Clave de lección L455

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

5. El calor específico del aire es
a. 0.25 BTU/lb.
b. 0.24 BTU/lb.
c. 0.24 cal/kg.
d. 0.25 cal/kg.

6. Los ductos pueden fabricarse de muchos materiales, pero son preferibles lo hecho de
a. metal.
b. cerámica.
c. aluminio.
d. plástico.

7. Existen dos formas de calcular el tamaño de un ducto para un sistema de caída de presión por unidad y de
a. caída de presión parcial.
b. caída de presión.
c. diferencia de presión.
d. caída de presión total.

8. La temperatura ambiente es la temperatura
a. del exterior.
b. del interior sin acondicionar.
c. acondicionada que se desea tener.
d. del exterior al mediodía.

9. Los dispositivos que se colocan en el ducto, para controlar la velocidad del aire y el ruido, son
a. los difusores.
b. los amortiguadores.
c. los ventiladores.
d. los filtros.

10. Existen tres tipos de amortiguadores: de mariposa, de aspas múltiples y
a. dividido.
b. simple.
c. de ducto.
d. axial.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. Términos y conceptos del enfriamiento por evaporación....3
3. Componentes básicos de los enfriadores por evaporación....12
4. El ciclo de enfriamiento por evaporación....17
5. Resumen....23
6. Tareas prácticas....24
7. Examen..., ...27

Sistemas de enfriamiento por evaporación

L456 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Términos y conceptos del enfriamiento por evaporación, 3
- La humedad, 4
- La temperatura del punto de rocío y la temperatura de bulbo húmedo, 5
- La humedad relativa, 6
- El calor, 8
- La evaporación, **10**
- La evaporación y las cartas psicrométricas, **10**

Componentes básicos de los enfriadores por evaporación, 12
- Cojín de evaporación, 12
- Sistema de abastecimiento de agua, 13
  - La bomba, 14
  - El tanque, 14
  - La válvula de flotador, 15
  - El subsistema, 15
  - Distribución rotatoria, 15
  - Distribución de rocío, 15
  - Distribución por goteo, 15
- El soplador, 16
- Accesorios, 17

El ciclo de enfriamiento por evaporación, 17
- Tipos de enfriadores por evaporación, 20
- Enfriadores de tipo rotatorio, 21
- Enfriadores de tipo de rocío, 21
- Enfriadores de tipo de goteo, 22
- Accesorios, 23

Resumen, 23

Tareas prácticas:
Empleo de la carta psicrométrica para un sistema de enfriamiento evaporativo, 24

Examen, 27

Introducción

Los sistemas de enfriamiento que hemos venido estudiando hasta ahora son las versiones modernas del acondicionamiento del aire. En esta lección, estudiaremos la más antigua de las formas de enfriamiento conocidas por el hombre; o sea, el enfriamiento por evaporación. Esta clase de enfriamiento es fácil de entender. Se basa en muchos de los conceptos que usted ya estudió en otras lecciones de este curso. Al término de esta lección sabrá cómo funciona el enfriamiento por evaporación y porqué da resultado.

El enfriamiento por evaporación tiene una larga historia. Hace miles de años, los egipcios, los griegos y los romanos utilizaban esta clase de enfriamiento. Colocaban en sus casas jarrones de agua descubiertos; y en los umbrales, esteras de hierbas mojadas. A nosotros tal vez nos parezca extraño, pero a ellos los jarrones y esteras les servían para refrescar sus casas. ¿Por qué les daba resultado? Lo sabrá cuando haya terminado esta lección.

Aprenderá acerca de todas las piezas que integran un enfriador por evaporación. Verá qué son los cojines de evaporación, y de qué están hechos. Estudiaremos el sistema de abastecimiento de agua. Aprenderá tres maneras de aplicar agua a los cojines. También estudiaremos los sopladores y sus tipos. Trataremos sobre cada uno de ellos.

Una vez que haya terminado esta lección, sabrá la diferencia entre los evaporadores de tipos rotatorio, de rocío y de goteo. Conocerá las piezas de que se compone cada uno de ellos, y de qué manera funcionan individualmente.

Definiciones y descripciones

ÁREA DE COMODIDAD *(confort zoné).* Área de la carta psicrométrica que muestra las condiciones de temperatura, humedad y movimiento de aire en las cuales la mayoría de la gente se siente cómoda.

ATOMIZAR *(atomize).* Proceso de cambiar un líquido en pequeñas partículas o un fino rocío.

CARTA PSICROMÉTRICA *(psychrometric charí).* Carta que muestra las relaciones entre la temperatura, la presión y el contenido de humedad del aire.

DEFLECTOR *(baffle).* Lámina o alabe usado para dirigir o controlar el movimiento del fluido o aire dentro de un área limitada.

DETERMINACIÓNDEHUMEDAD *(humiditymeasuremenl).* Acción en la cual se usan instrumentos y cálculos para medir la humedad relativa o absoluta en un espacio con aire acondicionado.

DIFERENCIA EFECTIVA DE TEMPERATURA *(temperature differential).* La diferencia entre la temperatura del aire del cuarto y la temperatura del aire de suministro en el punto de entrada al cuarto.

POLVO *(dust).* Suspensión en el aire de partículas de cualquier material sólido, generalmente con partículas de menos de 100 micrones.

SOPLADOR *(blower).* Un ventilador usado para forzar aire bajo presión.

Términos y conceptos del enfriamiento por evaporación

Detrás de los enfriadores por evaporación hay una teoría sencilla. Casi todos los principios utilizados para explicar el enfriamiento por evaporación se han estudiado en lecciones anteriores, por lo que segura-

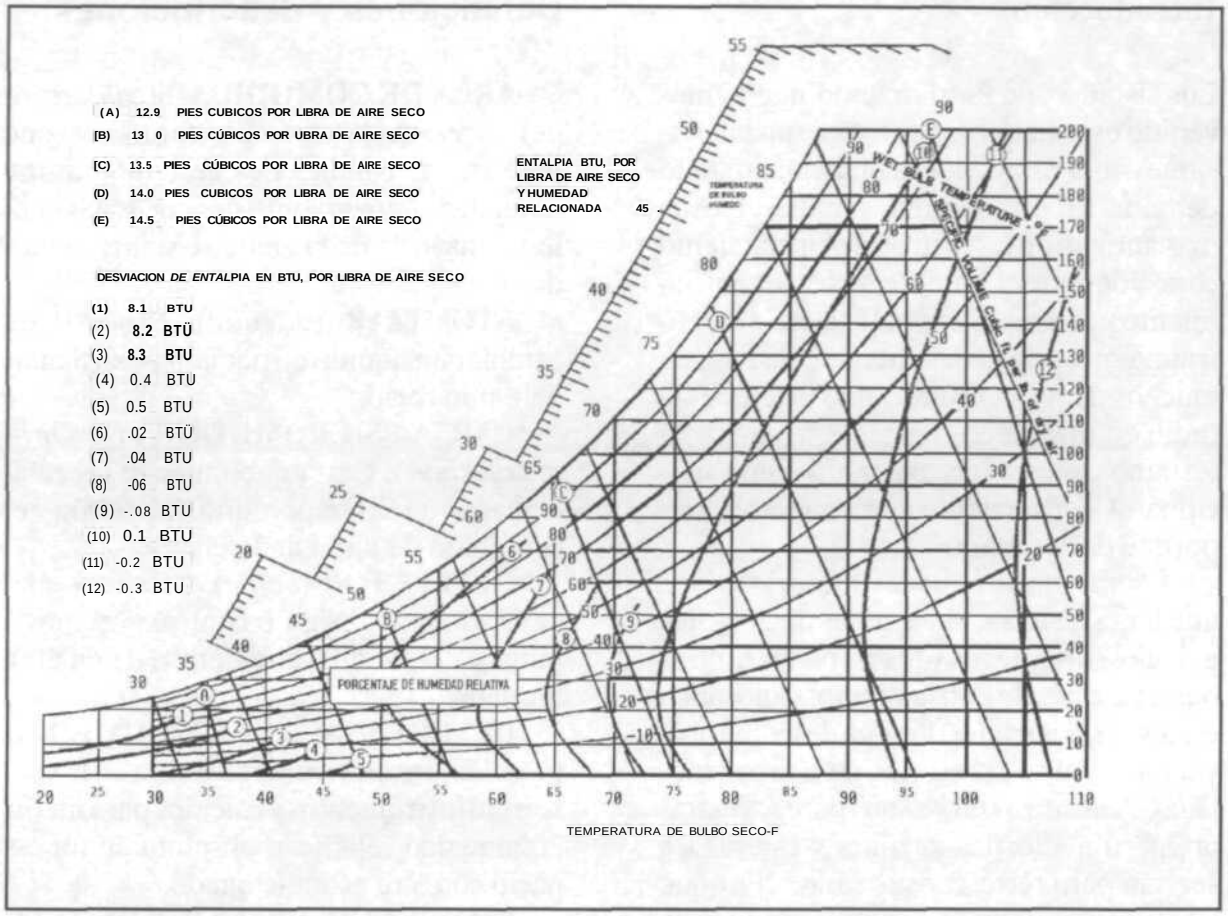


Figura 56-1. La carta psicomctrica.

mente usted ya conoce muchos de los términos y los conceptos de referencia. Sin embargo, y para que no tenga dudas, empezaremos esta lección haciendo un repaso. Trataremos nuevamente acerca de la humedad, el calor y la evaporación. Además, nos valdremos de la carta psicrométrica para mostrar cómo funciona la evaporación.

La humedad

El aire es una colección de gases. Entre otros gases extraños, contiene oxígeno, nitrógeno y bióxido de carbono. También contiene agua. Esta agua se halla en forma de un gas usualmente llamado vapor de agua. El vapor de agua representa menos de tres por ciento de los gases que conforman el aire. Quizá le parezca que éste es un porcentaje pequeño del total del aire, pero tiene en la gente un efecto considerable.

La humedad es una medida de la cantidad de vapor de agua que hay en el aire. Mide el peso del vapor de agua. Este peso es la cantidad total de agua en un pie cúbico (28,320 centímetros cúbicos) de aire. El peso del agua se expresa en cualquiera de estas dos maneras. Puede ser expresado en libras (Ibs) de vapor de agua o en granos de vapor de agua. Una libra de agua contiene 7,000 granos. Es más fácil expresar el peso en granos, ya que esta medida no tiene fracciones. Asimismo, es más fácil trabajar con cinco granos de vapor de agua que con 5/7,000 libras de vapor de agua.

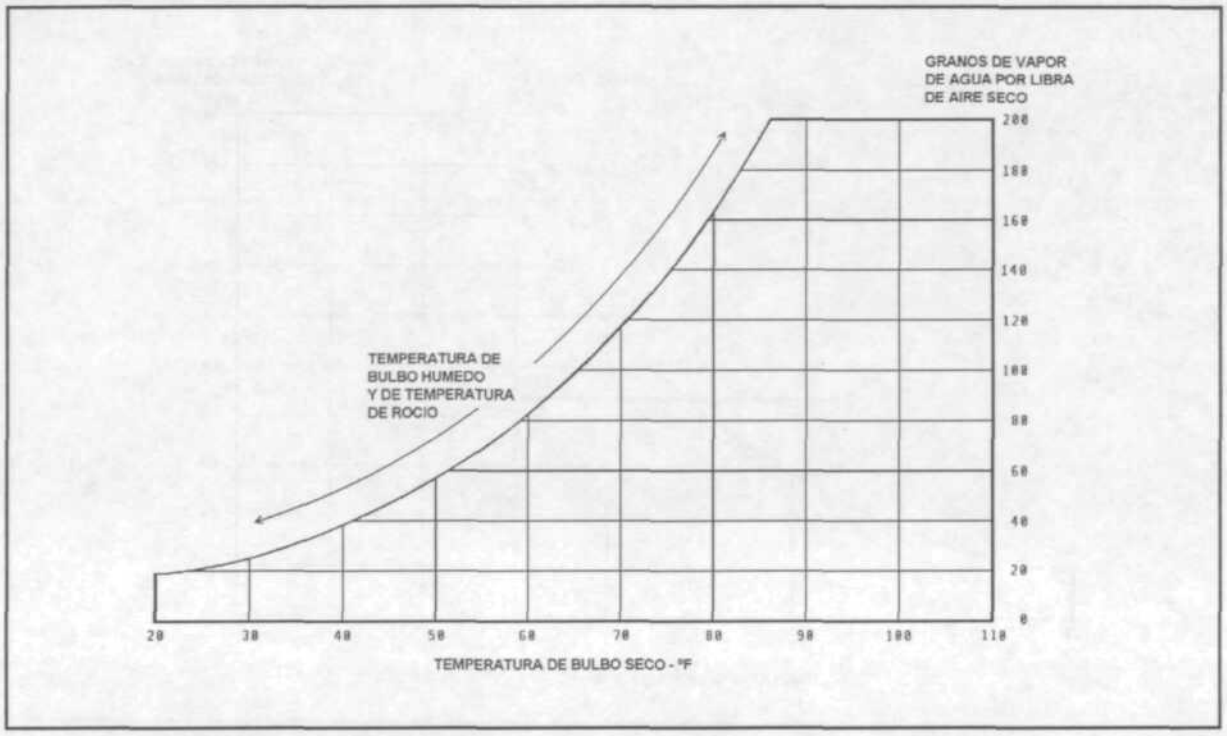


Figura 56-2. Curva de saturación.

La temperatura del punto de rocío y la temperatura de bulbo húmedo

La cantidad de vapor de agua que el aire puede contener tiene un límite, el cual se conoce como el punto de rocío. También se llama temperatura de bulbo húmedo. Cuando la cantidad de vapor de agua que hay en el aire alcanza este punto, se puede decir que el aire está saturado de agua. Luego entonces, el aire ya no puede contener más vapor de agua.

La cantidad que puede contener depende de la temperatura del mismo aire. El aire caliente es el que puede contener la mayor cantidad de vapor de agua, en tanto que el aire frío es el que contiene la menor cantidad. Este efecto de la temperatura sobre la humedad se muestra con una sencilla gráfica de saturación, como la de la Figura 56-2. La curva del lado izquierdo se conoce como la curva del punto de rocío, de saturación o de bulbo húmedo. Muestra los cambios del punto de rocío de acuerdo con la temperatura. La línea de abajo es la línea de la temperatura, que en la gráfica aumenta de izquierda a derecha. La columna del lado derecho es la línea de la humedad. La humedad se eleva a medida que se eleva la línea de humedad. Fíjese en que, conforme aumenta la temperatura, aumenta el punto de rocío del aire.

Cuando el aire alcanza su temperatura de bulbo húmedo, ya no puede contener más vapor de agua. Este no puede evaporarse en el aire ya saturado. No hay espacio. Pero la temperatura del aire puede cambiar. Fíjese en el Punto A de la Figura 56-3. Se encuentra exactamente sobre la curva de saturación. Si la temperatura se conserva igual, no será posible que se evapore más agua y que ésta se mezcle con el aire.

Ahora, supongamos que la temperatura del aire aumenta hasta el Punto B. En el Punto B, el aire ya no está saturado, por lo que puede contener más vapor de agua. Ahí, el agua se podría evaporar en el aire.

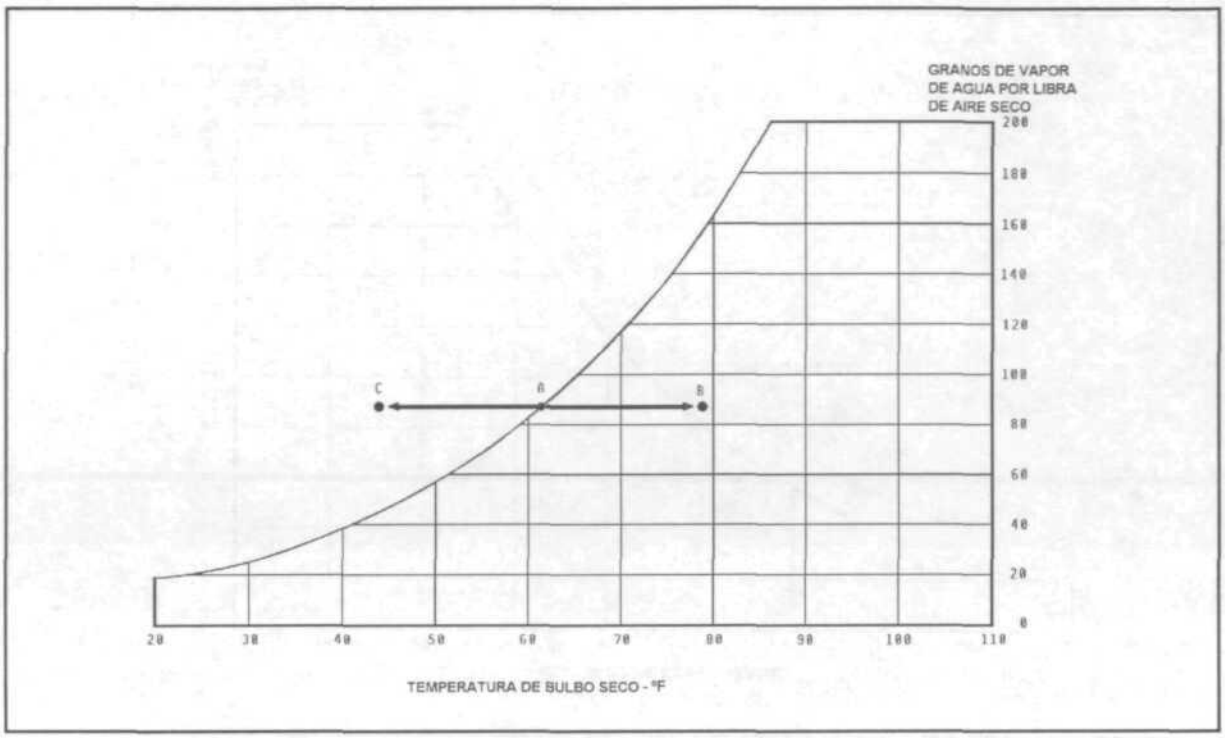


Figura 56-3. Puntos en la curva de saturación.

Si la cantidad de vapor de agua en el aire se conserva igual, y si la temperatura disminuye hasta el Punto C, el aire se volverá inestable. El Punto C se encuentra a la izquierda de la curva de saturación. Ahí, el aire está sobresaturado. Algo tiene que ceder. En este momento, el vapor de agua que hay en el aire se condensará y se formarán gotitas de agua. Cuando esto sucede, el vapor de agua es extraído del aire en la forma de rocío, escarcha o niebla.

No, no pretendemos que usted aprenda a pronosticar el tiempo. Sin embargo, sí queremos que comprenda que la relación temperatura-humedad se encontrará siempre en el lado derecho de la curva de saturación.

La humedad relativa

La humedad relativa del aire significa distintas cosas según sea la temperatura. Una medición de 100 granos de humedad puede tener varios significados. Si la temperatura atmosférica es de 10()°F (37.7 °C), una humedad de 100 granos se considera baja. Pero a 70 °F (21 °C), 100 granos de agua casi saturan el aire.

La humedad relativa se usa para comparar la humedad a diferentes temperaturas. También sirve para aclarar su propio significado. Veamos las cifras de 100 °F y 100 granos de vapor de agua citadas en el párrafo anterior. Por sí mismos, los números no dicen gran cosa. Para saber que la humedad es baja para esa temperatura, tendríamos que localizarlas en una carta psicrométrica. Para ese punto, la humedad relativa es como de 35%. A 70 °F, 100 granos de vapor de agua aumentan la humedad relativa como a 90%. De manera que, así, los números de la humedad relativa son más descriptivos.

La Figura 56-4 muestra una gráfica de la curva de saturación con líneas de humedad relativa. Fíjese en cómo estas líneas siguen una curva similar a la de la saturación. Estas gráficas se pueden usar para hallar la humedad relativa, cuando se co-

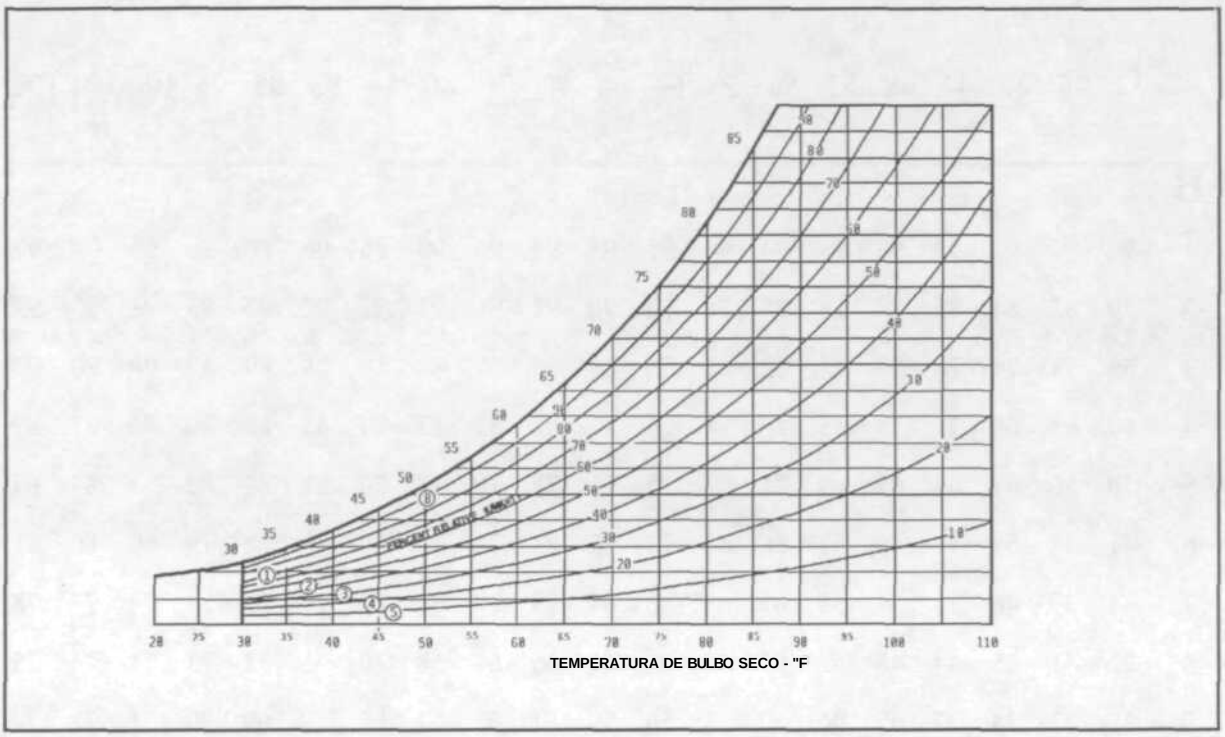


Figura 56-4. Curva de saturación con líneas de humedad relativa.

nocen la temperatura y la humedad. Lo único que se necesita es localizar el punto de unión de la temperatura y la humedad. Este punto de unión estará en o cerca de una de las líneas de la humedad relativa.

Hay otros dos métodos más exactos para determinar la humedad relativa del aire. El primero es una fórmula; el segundo, una carta de la depresión de bulbo húmedo.

La humedad relativa compara dos cosas: la cantidad total de vapor de agua que el aire puede contener a una temperatura determinada con la cantidad de vapor de agua que realmente contiene. La máxima cantidad de vapor de agua que el aire puede contener a cualquier temperatura es su humedad del punto de rocío. Esta es la fórmula:

(humedad/humedad en el punto de rocío) x 100 = humedad relativa (HR)

Veamos un ejemplo. En una habitación, la temperatura del aire es de 80 °F (26.6 °C). La humedad de la habitación es de 80 granos de vapor de agua. Para el aire a 80 °F, la humedad en el punto de rocío es de 160 granos de humedad. La humedad relativa de este aire es:

(80/160) x 100 = HR

1/2 x 100 = 50 por ciento

La humedad relativa de la habitación es de 50 por ciento.

Otro método para determinar la humedad relativa consiste en usar una gráfica de la depresión de bulbo húmedo. Los psicrómetros giratorios se utilizan en el campo para medir temperaturas de bulbo húmedo y de bulbo seco. La temperatura de bulbo húmedo es igual a la temperatura del punto de rocío. Es la temperatura del aire que se encuentra saturado de agua. La temperatura de bulbo seco es la temperatura ambiente del aire. La temperatura de bulbo húmedo será siempre más baja que la de bulbo seco. La depresión de bulbo húmedo es la diferencia entre las temperaturas de bulbo seco y de bulbo húmedo.

B \ A	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	95	96	100	104	108
1	90	91	92	93	93	94	94	94	95	95	95	96	96	96	96	96	96	96	97	97
2	79	82	84	85	87	88	88	89	90	90	91	91	91	92	92	92	93	93	93	93
3	69	73	76	78	80	81	82	84	85	85	86	87	87	88	88	89	89	90	90	90
4	60	65	68	71	73	75	77	78	79	81	82	83	83	84	85	85	86	86	87	87
5	50	56	61	64	67	69	71	73	75	76	78	78	79	80	81	82	82	83	84	84
6	41	48	53	57	60	63	66	68	71	72	73	74	76	77	78	78	79	80	80	81
7	31	39	46	51	54	58	61	63	66	67	69	70	72	73	74	75	76	77	77	78
8	22	31	38	44	48	52	55	58	61	63	65	67	68	70	71	72	73	74	74	75
9	13	23	34	37	42	46	50	53	56	59	61	63	64	66	57	69	70	71	72	72
10	4	14	23	31	36	41	45	49	52	55	57	59	61	63	64	65	67	68	69	70
11		6	16	24	34	36	40	44	48	51	53	55	57	59	61	62	74	65	66	67
12			9	18	25	30	34	40	43	47	49	52	54	56	58	59	61	62	63	64
13			2	12	19	25	34	35	39	43	46	48	54	53	55	57	58	59	61	62
14				5	14	20	26	31	35	39	42	45	47	50	52	54	55	57	58	59

Figura 56-5. Gráfica de la depresión de bulbo húmedo. Temperatura de bulbo seco *(A)*. Depresión de bulbo húmedo *(B)*.

Supongamos que el aire exterior tiene una temperatura de bulbo seco de 92 °F (33 °C) y una temperatura de bulbo húmedo de 75 °F (23.8 °C).

La depresión de bulbo húmedo sería:

Temperatura de bulbo seco -temperatura de bulbo húmedo = depresión de bulbo húmedo. 92-75 = 17

La depresión de bulbo húmedo es de 17 grados. Ahora, fíjese en la gráfica de la depresión de bulbo húmedo que muestra la Figura 56-5. Las temperaturas de bulbo seco se muestran a lo ancho de la parte superior, mientras que las depresiones de bulbo húmedo se indican de arriba abajo en la columna de la izquierda. Localice la columna correspondiente a 95°F (35 °C), en la parte superior de la gráfica. Ahora, recorra la columna hasta que llegue a la fila para una depresión de bulbo húmedo de 17 grados. El número que se halla donde se encuentra la columna y la fila es la humedad relativa. En este caso, la humedad relativa es 45 por ciento.

El calor

Hay dos formas de calor: el calor sensible y el calor latente. Ambas desempeñan una función importante en el acondicionamiento del aire.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V *si considera verdadera la afirmación, o la letra* F si *la considera falsa.*

1. El aire es una colección de gases como oxígeno, nitrógeno y bióxido de carbono.	F	V
2. El punto de rocío es la cantidad de vapor de agua que el aire puede contener.	F	V
3. La humedad relativa es la cantidad total de vapor de agua que el aire contiene.	F	V
4. En la práctica, para medir las temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo, se utiliza el psicrómetro.	F	V
5. La temperatura de bulbo húmedo será siempre igual a la temperatura de bulbo seco.	F	V

Respuestas

1. V 2. V 3. F (La humedad relativa compara la cantidad total de vapor de agua que el aire puede contener a una temperatura determinada con la cantidad de vapor de agua que realmente contiene) 4. V 5. F (La temperatura de bulbo húmedo es siem-

El calor latente es el que causa un cambio en el estado de una sustancia. El agua se funde y se transforma en hielo a 32 °F (O °C); hierve y se transforma en vapor a 212 °F (100 °C). Una transformación de hielo en líquido, o de líquido en gas, es un cambio de estado. El calor latente es la energía que produce este cambio. En esta lección, trabajaremos con el calor latente de evaporación.

Sabemos por varios estudios que, para convertir una libra de agua de líquido a gas, se necesitan 970 unidades térmicas británicas (BTU). Un BTU es equivalente a 0.2520 kilocalorías o a 252 calorías. Toda esta energía es absorbida como el calor latente de evaporación. Mientras esté ocurriendo este cambio de estado, no puede haber ningún cambio de temperatura (no se mueve el termómetro). Ningún calor que se añada después de que haya ocurri-

do un cambio de estado, será calor latente. Será calor sensible.

El calor sensible es el que causa un cambio en la temperatura de una sustancia. Se puede medir con un termómetro. El calor latente se usa para convertir el agua de líquido en gas. Pero el calor sensible es el que se usa para aumentar la temperatura del gas o del líquido. El calor latente convierte el agua de sólido (hielo) en líquido. Pero el calor sensible aumentará la temperatura de un líquido hasta su punto de ebullición.

La evaporación

Los enfriadores por evaporación deben su nombre precisamente a la evaporación. La razón es muy sencilla. La evaporación es un proceso de enfriamiento. Absorbe calor y'enfría el aire circundante. La energía que se usa en este proceso es el calor latente de evaporación, mientras que el agua es el enfriador. Cuando el agua se evapore en el aire, la temperatura de éste disminuirá.

La evaporación del agua es un cambio de estado, que pasa de ser un líquido a ser un gas. Este cambio lo podemos ver cuando hervimos agua. Una tetera de agua hirviente deja escapar vapor, que se eleva en el aire y parece desvanecerse. El agua se vaporiza, convirtiéndose en un gas. Esto es la evaporación.

La evaporación no se limita al agua hirviente. Cuando llueve, se forman en las calles charcos de agua. Con el tiempo, el agua de la lluvia se seca. Esto es evaporación, y tiene poder enfriador.

Cuando el agua se evapora, suceden dos cosas. Primero, cambia de líquido a gas. Desaparece en la atmósfera. Sabemos que este cambio de estado requiere calor. El agua toma del aire calor sensible y lo usa como calor latente. La segunda cosa que sucede es que, cuando se toma calor sensible del aire, la temperatura de éste disminuye. El hecho de extraer del aire calor sensible es lo que hace de la evaporación un proceso de enfriamiento.

El agua no se evapora en el aire indefinidamente. Como sabemos, el aire tiene un punto de rocío, un punto de saturación, una temperatura de bulbo húmedo. Este es el punto en el que la evaporación cesa, en el que la humedad es de 100 por ciento. Es la máxima cantidad de vapor de agua que puede contener una masa de aire. La evaporación continúa siempre que la humedad relativa sea menor del 100 por ciento.

La evaporación y las cartas psicrométricas

El enfriamiento de la evaporación es predecible y ordenado. Casi todas las cartas psicrométricas incorporan líneas de evaporación. Algunas veces, éstas reciben el nombre de líneas de bulbo húmedo. Consulte otra vez la Figura 56-1 que muestra una típica carta psicrométrica. Fíjese en las líneas diagonales de bulbo húmedo. Estas son las líneas seguidas por la evaporación. Conforme el agua se evapora, la humedad relativa aumenta. La evaporación continúa hasta que la línea de bulbo húmedo toca la curva de saturación. Allí es donde cesan la evaporación y el enfriamiento.

Cuánto enfriamiento puede producir la evaporación depende de dos cosas: (1) la temperatura inicial del aire y (2) la humedad relativa inicial del aire. Veremos un par de ejemplos, para mostrar de qué manera puede variar el nivel del enfriamiento por evaporación.

EJEMPLO 1. Comenzaremos con un ejemplo ideal de enfriamiento por evaporación. Supongamos que nos encontramos en un desierto. En el exterior, la temperatura es como de 108 °F (42.2 °C), y la humedad relativa 0%. Ahora, vea la Figura

56-6. Localice los 108 °F y el O por ciento. Este es nuestro punto inicial, el Punto A. Está en el lado inferior derecho de la gráfica.

¡Hace mucho calor en el desierto! En busca de alivio, ponemos a trabajar nuestro enfriador por evaporación. Entonces comienza la evaporación, y la temperatura empieza a bajar. La disminución de la temperatura seguirá la línea de bulbo húmedo que está arriba y a la izquierda. Podemos esperar una buena cantidad de enfriamiento, dado que el punto inicial es O por ciento de humedad relativa.

Al poco tiempo de poner a trabajar el enfriador por evaporación, el interior del edificio se encuentra en el Punto B. La humedad relativa es sólo del 30 por ciento, ¡pero la temperatura ha bajado a 80 °F (26.6 °C)! La temperatura ha disminuido 28 grados, y eso es sólo el principio.

En el punto C, toda la evaporación cesa. En el interior de la habitación, el aire está saturado. Ya no hay lugar para más evaporación ni para más enfriamiento. ¡Sin embargo, la temperatura es ahora de 60 °F (15.5 °C) El enfriador por evaporación redujo la temperatura 48 grados en total. Esto muestra la gran cantidad de enfriamiento que puede obtenerse con un enfriador por evaporación. Claro está que la mayoría de las veces la humedad relativa es más alta, lo cual siempre reduce el enfriamiento obtenible.

EJEMPLO 2. Supongamos ahora que la temperatura del exterior es de 90 °F (32 °C) y la humedad relativa es como de 65%. Localice el Punto A en la Figura 56-7. Este es el punto correspondiente a 90 grados y 65 por ciento de humedad relativa. Si la humedad relativa aumentará 100%, ¿cuál sería la temperatura?

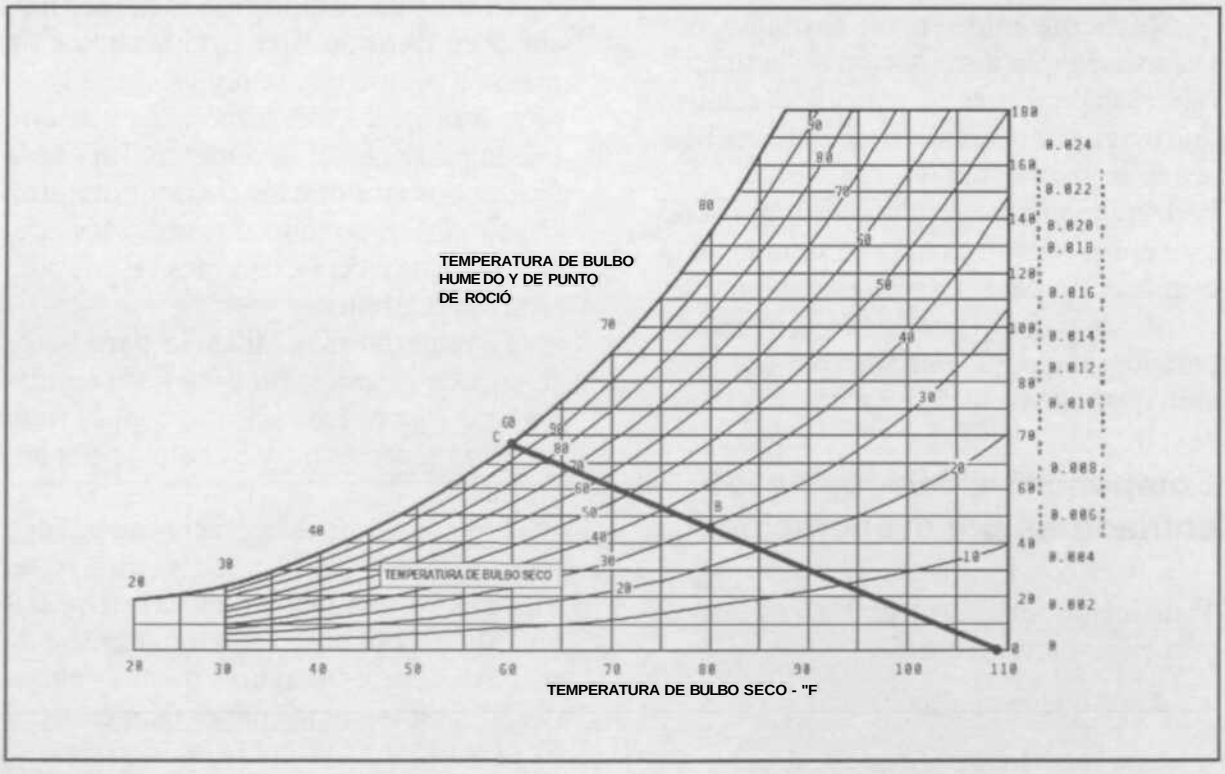


Figura 56-6. Gráfica para el Ejemplo 1.

La temperatura sería de 80 °F (26.6 °C). Esto no representa una gran bajada de temperatura. Sin embargo, sí haría más confortable una habitación o un edificio. La disminución de la temperatura se habría notado más si la humedad relativa hubiera sido más baja.

Supongamos que tuviéramos una humedad relativa de 25%. Proceda al Punto B, que corresponde a 90 °F (32 °C) y 25% de humedad relativa. Si se pusiera a trabajar ahora un enfriador por evaporación, ¿hasta dónde disminuiría la temperatura? ¡Bajaría hasta 65 °F (18 °C), algo asombroso!

De manera que los enfriadores por evaporación utilizan el proceso de evaporación para enfriar el aire que llega del exterior. Y para enfriar el aire usan agua, no un refrigerante, como los vistos anteriormente. Lo enfrían hasta su temperatura de bulbo húmedo, o una cercana a ella. Para lograrlo, utilizan el calor latente de evaporación.

Recuerde que, en un enfriador por evaporación, la disminución de la temperatura depende de la humedad relativa que tenga el aire exterior. Cuanto más baja sea la humedad relativa, tanto mayor será la disminución de la temperatura. ¡Todo este enfriamiento es mero resultado de la evaporación del agua en un recipiente!

Veamos ahora qué partes se necesitan para lograr que un enfriador por evaporación funcione de la mejor manera posible.

Componentes básicos de los enfriadores por evaporación:

Todo lo que necesita un enfriador por evaporación son tres cosas:

- Agua que evaporar
- Una superficie en la que el agua pueda evaporarse
- Un soplador que circule el aire enfriado

(Los egipcios de la antigüedad no contaban con sopladores eléctricos. Para circular el aire usaban la brisa).

Veamos estas tres cosas, una por una. Después, discutiremos el ciclo de los enfriadores por evaporación.

Cojín de evaporación

El agua se evapora continuamente. La rapidez con que lo hace depende de la superficie que esté expuesta al aire. Si se extiende el agua para aumentar la superficie expuesta al aire, se acelerará el tiempo necesario para su evaporación. Para eso exactamente es el cojín de evaporación. Expone la mayor cantidad de agua posible al aire que le llega, de manera que se produzca la máxima cantidad posible de evaporación. Cuanto mayor sea la evaporación que se produzca, tanto más se enfriará el aire.

El cojín de evaporación se parece mucho a un filtro de aire. Está hecho de un material poroso que retiene el agua. También está hecho de manera que el aire pueda pasar por él libremente. En el enfriador por evaporación de tipo rotatorio, el cojín es un poquito distinto. Más adelante en esta lección, veremos en qué consiste esa diferencia.

El material más utilizado para hacer cojines de evaporación es la fibra de madera de álamo. Esta fibra se conoce también como excélsior, y es notable por sus virutas.

Los cojines de evaporación se pueden hacer también de fibra de vidrio, papel estirado y otros materiales experimentales. Algunos se hacen con una especie de malla de tamices metálicos planos y plegados. Cuando se usan cojines de metal, por lo general son de cobre, que resiste la corrosión.

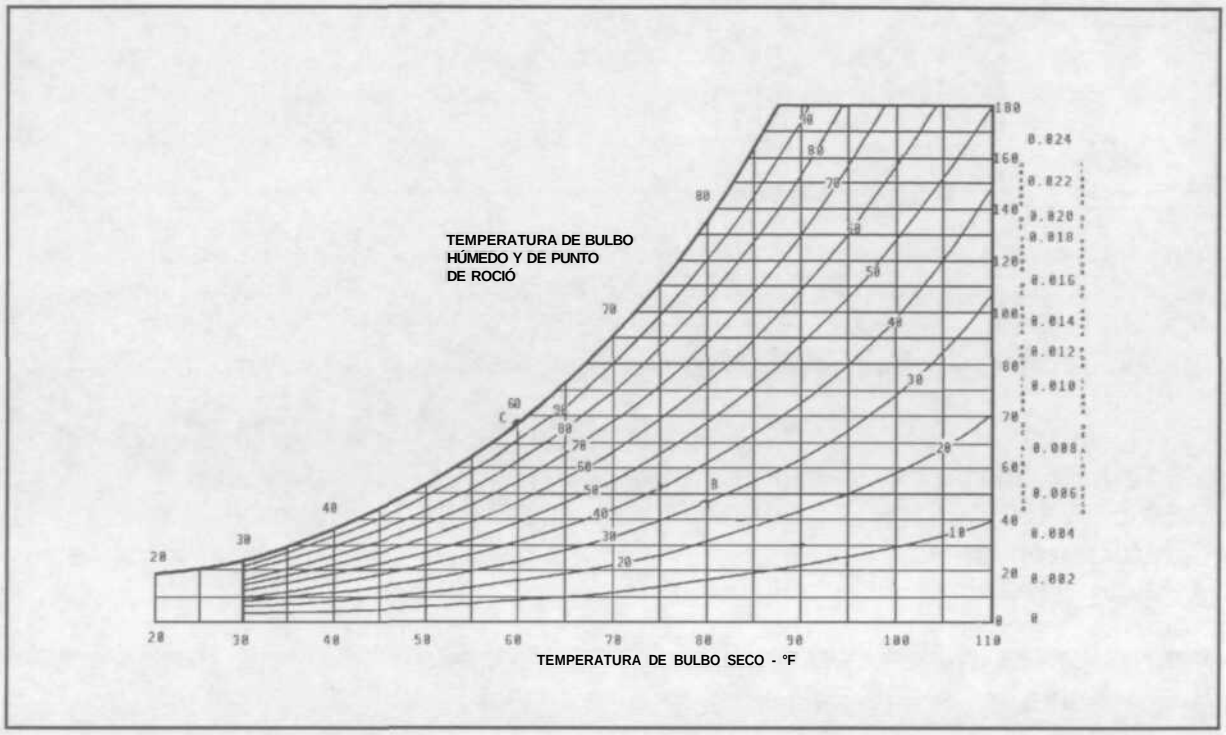


Figura 56-7. Gráfica para el Ejemplo 2.

Se hace pasar el aire a través de los cojines y no de lado a lado. Esto ofrece dos beneficios. Primero, permite más contacto entre el agua y el aire. Al atravesar el aire el cojín se aumenta la superficie efectiva del mismo. El otro beneficio es que esto permite usar un cojín de menor tamaño. Si el aire pasara de un extremo a otro del cojín, en vez de atravesarlo, se necesitaría un cojín del tamaño aproximado de un garaje para dos automóviles.

Sistema de abastecimiento del agua

Si no tuviera agua, el cojín del evaporador sería como un velero sin viento. Para realizar su trabajo, necesita un permanente abastecimiento de agua. El sistema que abastece el agua se compone de tres piezas básicas y un subsistema:

- La bomba
- El tanque
- La válvula de flotador
- El subsistema humedecedor del cojín

El agua para los enfriadores por evaporación puede proceder de varias fuentes. Puede proceder del suministro de agua de la comunidad, de pozos o de otro tanque de agua, como el de una torre de enfriamiento. En algunos lugares, el agua de pozo resulta excelente, porque es más fría que la normal. La que nunca se debe usar es la que procede de un suavizador de

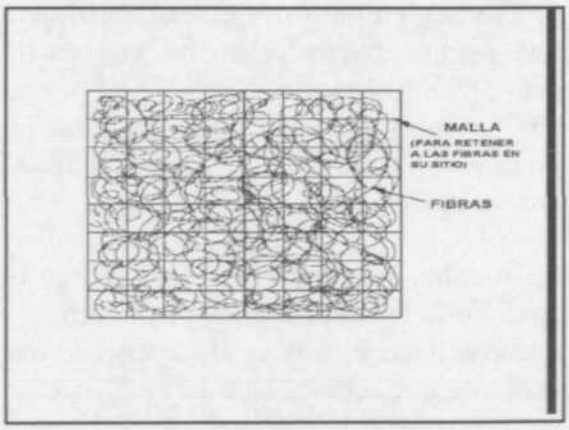


Figura 56-8. Cojín de evaporación.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Tipo de calor que causa un cambio en el estado de una sustancia.
2. Tipo de enfriamiento donde la energía que se emplea es el calor latente de evaporación.
3. Nombre que reciben las líneas de evaporación en una carta psicométrica.
4. Material más empleado para fabricar cojines de evaporación.
5. Material con el que generalmente se fabrican los cojines de evaporación cuando son metálicos.

a. evaporación
b. fibra de madera de álamo (excélsior)
c. latente
d. cobre
e. bulbo húmedo

Respuestas

1.c 2.a 3.e 4.b 5.d

agua. Muchos de esos suavizadores son de ceolita, una sustancia química utilizada para suavizar el agua. Estas sustancias reemplazan las partículas de calcio por partículas de sodio que se encuentran en la sal gema o de roca. Este tipo de agua funciona bien para uso casero, pero deja una escama corrosiva en los cojines de evaporación. Así que cerciórese de que su abastecimiento de agua para evaporación no hay sido tratada en un equipo suavizador de agua.

La bomba. *La* bomba de agua extrae el agua de la fuente de abastecimiento y la impulsa hacia el tanque de agua. Es conveniente que la bomba tenga un filtro o un tamiz en la entrada del agua, para eliminar cualquier tipo de partículas que pudieran obstruir el sistema de abastecimiento. La bomba de agua deposita el líquido en el tanque de agua.

El tanque. Básicamente, el tanque de agua no es más que un recipiente de almacenamiento para uso del evaporador. Está situado en el fondo del enfriador por evaporación. El enfriador toma de este tanque el agua con la que humedece los cojines de evaporación. El agua del tanque se llama agua de sumidero.

Todos los tanques deben tener un dispositivo de desagüe. Durante el invierno, hay que sacar el agua de sumidero para evitar que se congele en el tanque. Cuando esto sucede, el agua se dilata y es posible que rompa las costuras del tanque. El dispositivo de desagüe de algunos tanques

consiste en unas mangueras que invierten el flujo de la bomba de agua. Así, el tanque puede ser vaciado más rápidamente. Otros tanques no tienen más que un simple tapón de evacuación en el fondo. Muchos de ellos cuentan también con tubos de derrame, los cuales se usan para drenar el agua que se derrama de la parte superior del tanque.

La válvula de flotador. El tanque de agua lleva en su interior una válvula de flotador, cuya función es detener la bomba de agua cuando el tanque se llena. Durante su operación normal, los cojines de evaporación contienen una gran cantidad de agua. La mayoría de ella se evapora cuando el enfriador se encuentra en funcionamiento. Cuando se detiene el enfriador por evaporación, el exceso de agua de los cojines regresa al tanque de agua. Por lo tanto, es necesario ajustar la válvula de flotador, para que dicha agua tenga espacio suficiente en el tanque. De otro modo, se derramará por el costado del tanque cuando se detenga el enfriador.

El subsistema. Todos los sistemas de agua tienen un subsistema que lleva el agua a los cojines de evaporación. Hay tres tipos básicos de distribución, que son los siguientes:

- Rotatorio
- De rocío
- Por goteo

Distribución rotatoria. El tipo de distribución rotatorio es bastante sencillo. El cojín de evaporación entra y sale del tanque de agua mediante un movimiento rotatorio. La Figura 56-9 muestra un ejemplo de cojines de tipo rotatorio. El cojín se encuentra centrado en un rotor y gira al impulso de un motor. Conforme gira, se sumerge en el agua y luego queda expuesto al aire que llega al enfriador. Este método permite humedecer el cojín de manera uniforme, a la vez que mantenerlo húmedo permanentemente. Nunca tiene oportunidad de secarse.

Por lo general, los cojines se hacen de tamices metálicos planos y plegados. El material más usado para estos tamices es el cobre, porque resiste la corrosión mejor que casi todos los otros metales.

Distribución de rocío. Este método funciona tal y como ya se lo habrá usted imaginado. La Figura 56-10 muestra un ejemplo de los cojines de evaporación de tipo de rocío. Un vaporizador centrífugo o una tobera arroja un fino rocío. En algunos casos, se usa un salpicador de agua que procede del tanque de almacenamiento. Los cojines están rodeados de deflectores. Cuando se usa el método de rocío, se coloca un cojín de eliminación detrás del cojín de evaporación. Así, este eliminador captura cualquier gota de agua que pase a través del cojín.

Espérese un momento, vamos a ver esto con calma. ¿Se usan deflectores y un eliminador para capturar el agua mal dirigida? Suena a lío. Como podrá imaginarse, este método para humedecer los cojines de evaporación se usa muy rara vez en los enfriadores por evaporación. En cambio, se usan bastante en los depurados del aire y en los equipos humidificadores. Vamos a estudiar este tipo de enfriador por evaporación, porque se utiliza en algunas industrias.

Distribución por goteo. El método de goteo es la forma más popular de distribuir el agua. Este sistema se ilustra en la Figura 56-11. Una bomba de redistribución impulsa el agua hacia la parte superior de los cojines de evaporación y hasta una batea de agua. La batea tiene en el fondo unas

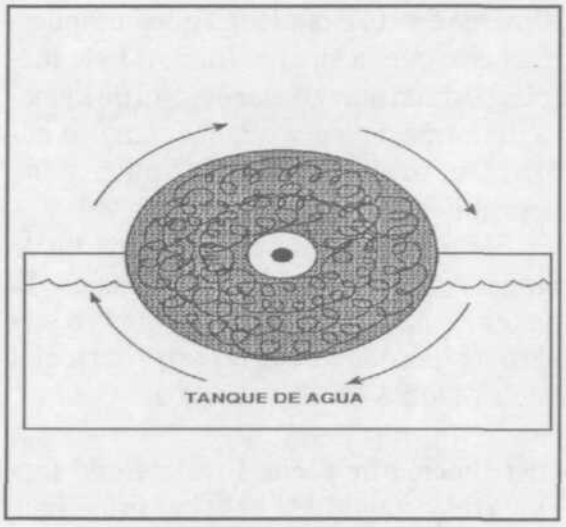


Figura 56-9. Humedecimiento del cojín en la distribución de tipo rotatorio.

aberturas por las que el agua gotea sobre los cojines. El agua fluye desde la parte superior de los cojines hacia su parte inferior. El agua sobrante gotea desde el fondo de los cojines, y regresa al tanque de agua. Desde aquí, la bomba de redistribución vuelve a impulsar el agua hacia la parte superior de los cojines de evaporación. El viaje comienza otra vez.

El soplador. El tercero y último componente básico del enfriador por evaporación es el soplador. Sin él, el aire no podría

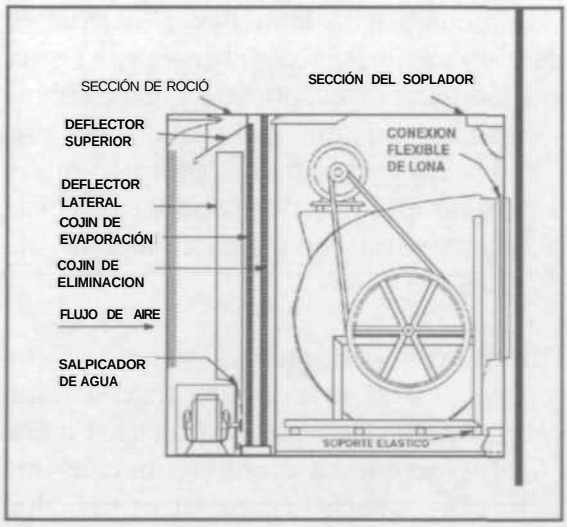


Figura 56-10. Humedecimiento del cojín en la distribución de tipo de rocío.

circular. La Figura 56-12 muestra un soplador típico. Se compone de tres piezas:

- La rueda del soplador
- El motor
- La banda del ventilador

La rueda del soplador es un tambor de gran tamaño que tiene aletas. Se encuentra dentro de un bastidor. Cuando gira, produce un flujo de aire. El bastidor tiene dos aberturas frente a cada extremo de la rueda, para permitir la entrada del aire. Después, el aire es expulsado a través de una sola entrada.

Los enfriadores por evaporación vienen en modelos de descarga lateral y descarga descendente. Estos términos se refieren a la ubicación que tiene la abertura del soplador. Las unidades de ventana son ejemplos de modelos de descarga lateral. La abertura de descarga para el soplador se encuentra en el costado de la unidad enfriadora. La mayoría de los enfriadores por evaporación instalados en techos de edificios son modelos de descarga descendente. La abertura de descarga se encuentra en el fondo del enfriador.

La rueda del soplador recibe su impulso de un motor eléctrico montado en el bastidor de la propia rueda. Estos motores

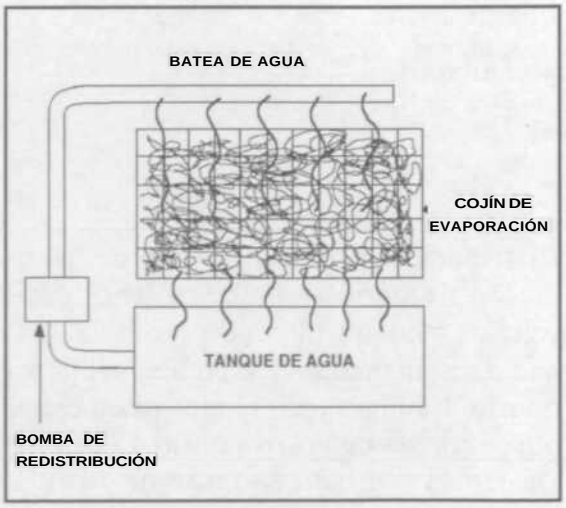


Figura 56-11. El método por goteo.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. En un sistema de enfriamiento por evaporación, la_____de agua extrae el agua de la fuente de abastecimiento y la impulsa hacia el tanque de agua.
2. En el sistema por evaporación, el tanque lleva en su interior una_____de flotador, cuya función es detener la bomba de agua cuando el tanque se llena.
3. El método más popular de distribución del agua en un sistema por evaporación es el de _____.
4. La mayoría de los enfriadores por evaporación instalados en techos de edificios son modelos de_____descendente.
5. En los enfriadores por evaporación no es muy recomendable usar _____

Respuestas

1. bomba 2. válvula 3. goteo 4. descarga 5. termostato

pueden ser de una o de varias velocidades. Los más usuales son de dos velocidades. La banda del ventilador conecta el motor con la rueda del soplador por medio de poleas.

Accesorios

Los cojines de evaporación, el sistema de agua y el soplador son los tres componentes básicos del enfriador por evaporación. Por lo general, los enfriadores no necesitan muchos accesorios. Rara vez se recomienda que usen termostato. Los motores de varias velocidades permiten un cierto grado de selección de enfriamiento y, por lo tanto, variedad de confort. Es aconsejable añadirle un interruptor al sistema, para que pueda funcionar con o sin la bomba de agua. Esto permitirá que el enfriador se use exclusivamente para fines de ventilación. La ventilación se podría aprovechar al anochecer, cuando el aire exterior está más fresco.

El ciclo de enfriamiento por evaporación

Hemos visto las partes básicas del enfriador por evaporación, así como el funcionamiento de cada una. Ahora, veamos de

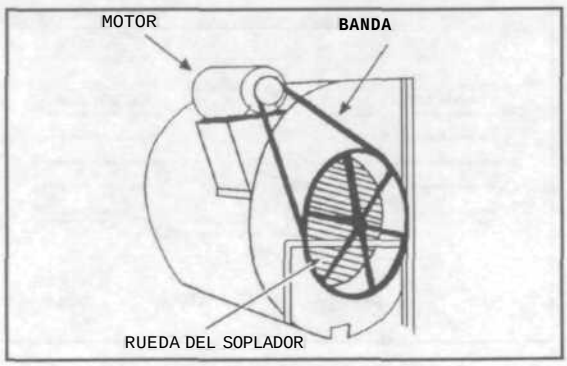


Figura 56-12. Típico soplador.

qué manera trabajan conjuntamente para producir el ciclo del enfriador por evaporación.

Una de las grandes ventajas de los enfriadores por evaporación es que su funcionamiento es muy sencillo.

También veremos en qué se diferencian los ciclos de enfriamiento por evaporación y de refrigeración.

Comenzaremos con un breve repaso del ciclo de refrigeración. La Figura 56-13 muestra un ciclo de refrigeración básico. En él se utiliza un enfriado refrigerante como el freón para hacer bajar la temperatura del aire. El enfriador viaja, a través del compresor, hasta el condensador y luego hasta el evaporador. El aire que llega es enfriado en el evaporador por el calor latente de la evaporación. Cuando ocurre este intercambio de calor, el enfriador que hay en el evaporador se transforma de líquido en gas. Pero el enfriador no se escapa, sino que viaja de regreso al compresor. De este modo, el enfriador completa un ciclo de refrigeración. Entonces repite una y otra vez el ciclo de vuelta al evaporador. Esto es lo que se conoce como un sistema cerrado, porque el enfriador nunca escapa. Su viaje por el ciclo de refrigeración no tiene fin.

Un enfriador por evaporación es un sistema abierto. Al igual que los enfriadores por refrigeración, utiliza un enfriador: el agua. Sin embargo, el agua no vuelve a

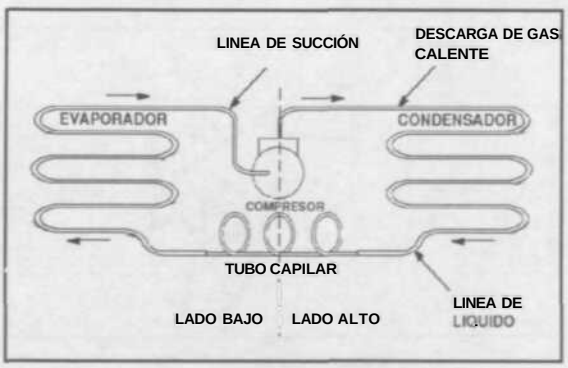


Figura 56-13. Ciclo **básico de** refrigeración.

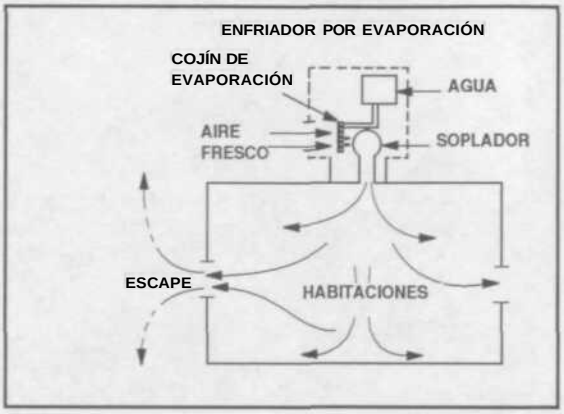


Figura 56-14. Ciclo básico de enfriamiento por evaporación.

repetir el ciclo en el sistema, como sucede con el freón en un sistema de refrigeración. En vez de ello, se evapora directamente en el aire que enfría. No vuelve a circular. Un enfriador por evaporación necesita renovar constantemente su abastecimiento de agua. Esta es la razón de que sea un sistema abierto.

La Figura 56-14 es un ejemplo del ciclo básico de enfriamiento por evaporación. El enfriador está trabajando a toda velocidad cuando se humedecen los cojines. El aire penetra en el enfriador. Primero entra en contacto con los cojines de evaporación. Estos reciben agua del tanque de agua. Y el agua de los cojines se evapora en el aire.

Como usted sabe, para la evaporación se requiere calor latente, el cual se obtiene del calor que hay en el aire. A medida que el agua cambia de líquido a gas, el calor del aire cambia de calor sensible a calor latente. Este calor se utiliza para alimentar el cambio de estado de líquido a gas. El calor latente se almacena en el vapor de agua. Podemos sentir el calor sensible, pero no sentimos el calor latente. Esta es la razón de que la temperatura atmosférica disminuya conforme el calor sensible se transforma en calor latente de evaporación.

El aire que llega pasa a través de los cojines de evaporación. Entonces entra en contacto con una gran cantidad de agua.

Cuando deja el cojín, el aire debe estar muy próximo a su temperatura de bulbo húmedo. Debe estar casi saturado. La temperatura de bulbo húmedo es la más baja a la que puede llegar el aire antes de que el vapor de agua que lleva consigo se condense y forme gotitas de agua. Un buen enfriador por evaporación se aproximará lo más posible a la temperatura de bulbo húmedo.

El aire que se enfrió atravesando el cojín de evaporación sigue ahora hasta el soplador. El soplador inició el proceso al absorber hacia el interior del enfriador el aire del exterior. Ahora tomará el aire frío y humedecido para impulsarlo hacia el espacio que va a ser enfriado.

Si nos estuviéramos refiriendo al ciclo de refrigeración, éste sería el final de la historia. Tratándose de la refrigeración, sería posible que el aire regresara y volviera a repetir el ciclo para hacerlo aún más frío. Tal vez. En ocasiones, el aire se limita a entrar en la habitación, y eso es todo. Definitivamente, durante el ciclo de refrigeración conviene mantener cerradas las ventanas.

Con los enfriadores por evaporación, el caso es distinto. Uno de los pasos más importantes en el ciclo de un enfriador por evaporación es el del escape. ¡Así que mantenga abiertas las ventanas!

Una vez que el aire enfriado por evaporación llega a un lugar, es hora de que se vaya. Debe ser eliminado y reemplazado por más aire frío. En caso contrario, se pueden presentar ciertos problemas. En todas partes circulan cuentos de terror sobre los enfriadores por evaporación. Se escuchan en particular en días de luna llena. "Teníamos un enfriador por evaporación", puede ser que le diga alguien. "Hizo que el papel tapiz de las paredes se empezara a caer y que le apareciera moho a nuestra ropa. Una vez, hasta llovió en la casa". Suena un poco exagerado, pero estas cosas pueden suceder cuando el aire no escapa en la forma debida. (Si no, ¿por qué cree usted que los llaman "enfriadores de pantano"?). La mejor ventilación consiste en tener abiertas las puertas y ventanas que hacen frente al aire que llega. Esto permite que el aire enfriado limpie la habitación y luego se vaya del lugar.

Ya vimos que el aire enfriado en el evaporador se encuentra próximo a su temperatura de bulbo húmedo. Siempre queda un poco de espacio para una mayor cantidad de evaporación, aunque no mucho. También evapora humedad la piel de nuestro cuerpo. Si el aire del enfriador por evaporación se queda en la habitación, al poco tiempo la humedad se volverá insoportable. Cuando el aire se refresca continuamente, la humedad es menos conspicua. La humedad de nuestra piel siempre dispone de bastante espacio para evaporarse. Si el aire se reemplaza constantemente con aire nuevo, siempre habrá espacio para que la humedad corporal pueda escapar.

El ciclo de enfriamiento por evaporación llega a su fin cuando el aire escapa de la habitación. Esta es otra de las razones por las que es un sistema abierto. El aire nunca vuelve a circular, sino que es enviado al exterior. Y se trae aire fresco al interior.

Sabemos que el ciclo de refrigeración es un sistema cerrado porque el enfriador (refrigerante) es usado una y otra vez. Sabemos que el ciclo de enfriamiento por evaporación es un sistema abierto porque el enfriador (agua) es liberado en el aire. Entre los dos sistemas hay otra gran diferencia. Los sistemas de refrigeración utilizan enfriamiento indirecto. Cuando el enfriador está en el evaporador, nunca entra en contacto con el aire al que enfría. El calor es transferido de una parte a otra de una barrera metálica. El enfriador absorbe el calor, pero nunca toca el aire que está

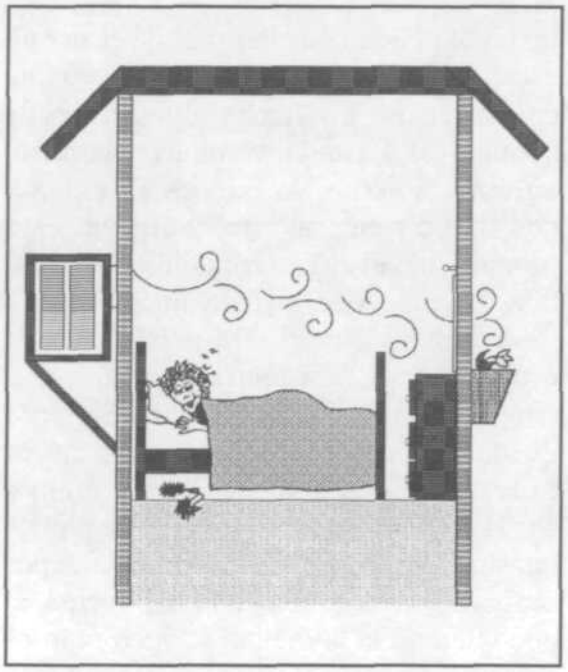


Figura 56-15. En el ciclo del enfriamiento por evaporación, la etapa del escape es vital.

enfriando. Este es el significado del término enfriamiento indirecto.

Los enfriadores por evaporación utilizan enfriamiento directo. El enfriador (agua) toca directamente el aire al que enfría. No hay ninguna barrera entre el aire y el enfriador. Naturalmente, también sabemos que el enfriador se evapora en el aire. Este es el significado de enfriamiento directo.

En resumen, podemos decir que el enfriador por evaporación es un sistema abierto de enfriamiento directo. Por otra parte, el ciclo de refrigeración es un sistema cerrado de enfriamiento indirecto.

Tipos de enfriadores por evaporación

Hasta ahora, hemos analizado los componentes del enfriador por evaporación y hemos visto cómo funciona el ciclo de evaporación. En realidad, la verdadera clave del enfriamiento por evaporación es el ciclo mismo. Mencionamos anteriormente que los antiguos egipcios enfriaban sus casas con esteras de hierbas mojadas. De

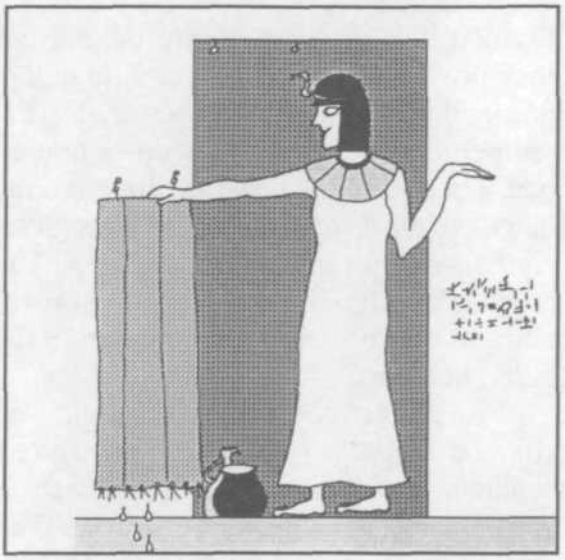


Figura 56-16. El enfriamiento por evaporación es una de las más antiguas formas de enfriamiento.

hecho, si usted quiere puede instalar un enfriador por evaporación en su propia casa con sólo poner un ventilador grande en la ventana y regar la alfombra abundantemente. Claro está que eso de regar la alfombra quizá no es una buena idea. Simplemente, queremos demostrar que las superficies de evaporación se pueden combinar con un buen viento de manera ilimitada para producir enfriadores por evaporación.

Es posible que haya algunas variaciones, pero la mayoría de los enfriadores por evaporación comerciales están comprendidos dentro de uno de los tres tipos básicos. Cuando uno conoce estos tres tipos, puede entender cualquier enfriador por evaporación "hecho en casa". Los tres tipos básicos reciben sus nombres de los métodos usados para mojar los cojines de evaporación. Como recordará, dichos métodos son:

- El rotatorio
- El de rocío
- El por goteo

El por goteo es, con mucho, el más popular de los enfriadores. Se utiliza tanto en ambientes industriales como residenciales. En algunas casas y fábricas se pueden encontrar todavía enfriadores rotatorios, pero ya no son tan populares como en un tiempo. Es posible que durante su trabajo encuentre un enfriador de rocío, así que lo estudiaremos también.

Enfriadores de tipo rotatorio

El enfriador rotatorio recibe este nombre porque para mojar los cojines de evaporación usa el método rotatorio. La Figura 56-17 muestra un enfriador rotatorio. Un motor con engranaje reductor impulsa la flecha del rotor. A su vez, la flecha hace girar el cojín de evaporación de manera que entre y salga del tanque de agua. El cojín de evaporación se sumerge en el tanque durante parte del ciclo, y luego se expone al aire que llega. Este tipo de enfriador por evaporación elimina la necesidad de un sistema para mojar el cojín, puesto que éste se moja por sí mismo.

Todos los cojines de evaporación acumulan polvo del aire que llega. De vez en cuando, es necesario lavarlos con una manguera y limpiarlos. Sin embargo, en los enfriadores de tipo rotatorio los cojines son lavados constantemente conforme pasan por el tanque de agua. Por lo tanto, no se necesita lavarlos con tanta frecuencia. Si el aire está polvoso y sucio, tal vez haya que vaciar el tanque periódicamente.

Los cojines de evaporación de los enfriadores de tipo rotatorio se hacen de tamices metálicos planos y plegados. El metal dura más en los enfriadores rotatorios. Resiste mejor las constantes entradas y salidas del tanque de agua. Pero, con el metal, la herrumbre y la corrosión, lo más común es que los cojines se hagan con alambre de cobre.

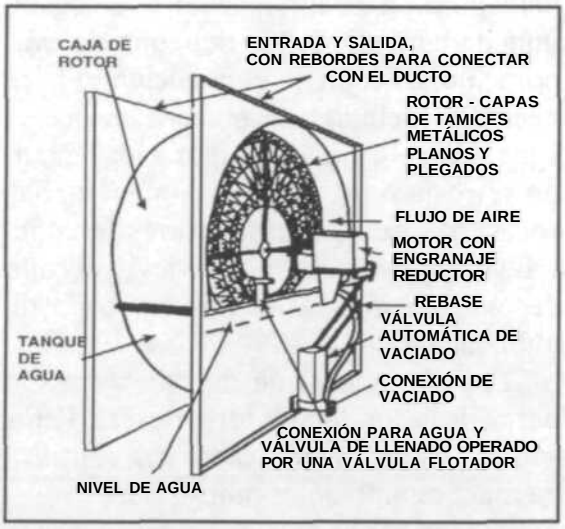


Figura 56-17. Enfriador de tipo de rocío.

Enfriadores de tipo de rocío

La Figura 56-18 muestra un enfriador por evaporación característico de tipo de rocío. Este es el lioso. En él se usa un lanzador de agua, un vaporizador centrífugo o una boquilla de regar para arrojar un fino rocío de agua sobre el cojín de evaporación. Unos deflectores rodean el cojín. Estos deflectores capturan y desvían cualquier agua que no dé en el blanco.

Es frecuente que el cojín de evaporación del enfriador de tipo de rocío esté hecho de fibra de vidrio. Un cojín extra,

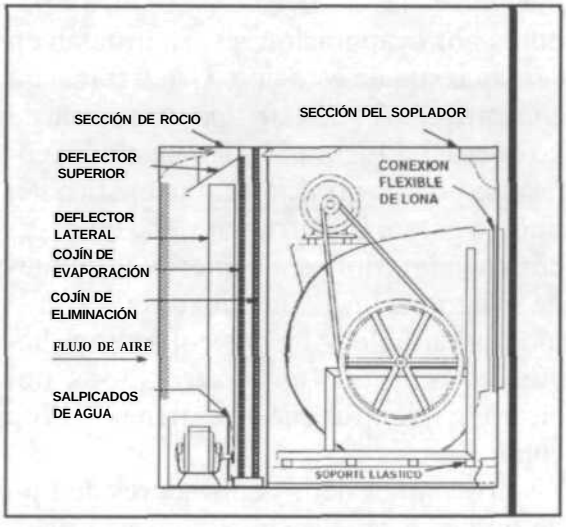


Figura 56-18, Enfriador de tipo rotatorio.

llamado cojín de eliminación, va colocado inmediatamente detrás del cojín de evaporación. El cojín de eliminación se hace necesario debido a la manera en que el agua rocía el cojín de evaporación. Cuando se rocía o arroja de esta manera, hay veces en que el agua pasa a través del cojín. Las gotitas de agua que atraviesan el cojín de evaporación, las captura el cojín de eliminación.

Los enfriadores de tipo de rocío son parecidos a los depuradores de aire. Estos son un tipo de humidificador que se utiliza en muchos ambientes industriales.

Tienen varias filas de chorros de agua que envían al aire un fino rocío. El aire pasa por estos dispositivos rociadores, y los cojines de eliminación eliminan el rocío excesivo. Los depuradores de aire enfrían el aire del mismo modo que los enfriadores por evaporación. Pero su función principal es otra. Se utilizan nada más que para humedecer el aire. En cambio, el enfriador de tipo de rocío se parece mucho a un depurador de aire, pero su función principal es la de enfriar.

Enfriadores de tipo de goteo

El enfriador de tipo de goteo es el más popular de todos, y el que se usa en la mayoría de las casas. Casi todos los enfriadores por evaporación que se instalan en ventanas son de este tipo. Usted trabajará con enfriadores de este tipo la mayoría de las veces. La Figura 56-19 muestra un enfriador por evaporación característico del tipo de goteo. El enfriador tiene un bastidor cuyo interior está cubierto de cojines de evaporación. La cantidad de los mismos es variable. Algunos enfriadores llevan cojines en los cuatro lados del bastidor, mientras que otros tienen sólo un cojín.

Los cojines de los enfriadores de tipo de goteo se pueden hacer de materiales muy diversos. El que más se emplea es la

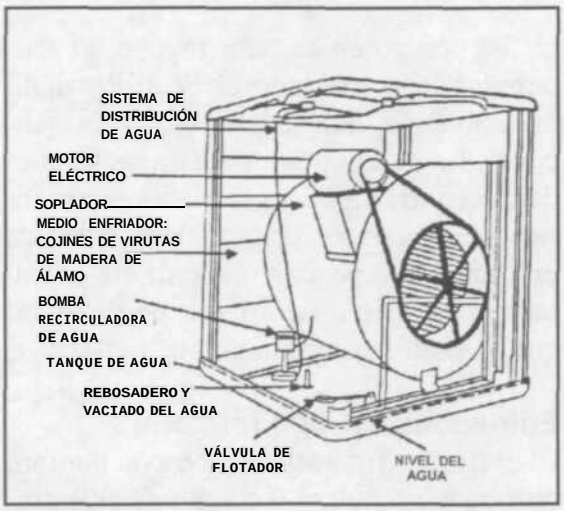


Figura 56-19. Enfriador de tipo de goteo.

fibra de madera de álamo (conocida como excélsior). También es posible que se usen papel y otras fibras experimentales. El sistema de entrega es el mismo, sea cual fuere el número de cojines que haya.

Una bomba recirculadora envía agua de sumidero, tomada del tanque de agua, hasta la batea que se encuentra arriba del cojín de evaporación. El agua gotea por la batea y cae en el cojín. La mayor parte del agua se evaporará en el aire. Otra parte se escurrirá por el fondo del cojín y caerá nuevamente en el tanque. Esto es normal. Asegura que todo el cojín se moje.

De los tres tipos de enfriadores que estamos estudiando, el de goteo es el único que siempre tiene su propio soplador. La razón es que el soplador forma parte integral del bastidor. Unas veces, pero no siempre, el enfriador de tipo de rocío lleva anexo un soplador. Algunas veces, los enfriadores de este tipo hacen circular el aire por medio de un ventilador de extracción, en vez de hacerlo con un soplador.

El extremo por el que descarga el soplador puede encontrarse en uno de dos lugares. Los modelos de descarga descendente lanzan el aire por la base del evaporador. Por lo general, los modelos de descarga descendente se usan cuando el eva-

porador está instalado en un techo. Los modelos de descarga lateral lanzan el aire por el lado del bastidor. Lo más común es que este método se use en enfriadores instalados en ventanas y paredes.

Accesorios

Como es natural, la mayor parte de las veces los enfriadores por evaporación están o encendidos o apagados, según que los usuarios quieran o no aire fresco. Algunos enfriadores tienen un motor de varias velocidades. Esto ofrece un pequeño margen entre el enfriamiento total y ningún enfriamiento.

Hay enfriadores que cuentan con una característica adicional: un interruptor de desconexión que va en la bomba de recirculación. Cuando la bomba esté desconectada, el agua dejará de fluir hacia los cojines, por lo que éstos se secarán. El soplador seguirá aventando aire a través de los espacios. Pero el aire que llegue no estará frío, puesto que los cojines no tendrán agua que pueda evaporarse. Sin agua, no hay evaporación ni enfriamiento. Esto permite utilizar el soplador para ventilación en los días frescos. Resulta una opción práctica para los días o las noches en que se quiera tener circulación de aire, pero sin el frío.

Resumen

El enfriamiento por evaporación es la más antigua de las formas de enfriamiento conocidas por el hombre. Los antiguos egipcios colocaban esteras de hierbas mojadas en los umbrales de sus casas, para ayudar a su enfriamiento. Los indios americanos hacían la misma cosa.

El enfriamiento por evaporación se produce cuando el agua cambia su estado líquido por un estado gaseoso. Este cambio se realiza mediante la energía del calor. Cuando se evapora, el agua utiliza el calor sensible que hay en el aire. Este calor sensible se convierte en calor latente y es almacenado por el gas vaporizado. Podemos sentir el calor sensible, pero no el calor latente. La evaporación continúa hasta que el aire se satura de agua. Este punto se conoce como temperatura del punto de rocío o temperatura de bulbo húmedo.

Los enfriadores por evaporación tienen tres componentes básicos: los cojines de evaporación, el sistema de abastecimiento de agua y el soplador. Los cojines se pueden hacer con malla de tamices metálicos planos y plegados, fibra de vidrio, virutas de madera de álamo y otros materiales experimentales. El sistema de abastecimiento de agua consiste en una bomba de agua, un tanque de almacenamiento (de agua de sumidero), la válvula de flotador y un sistema para humedecer los cojines. Hay tres maneras de humedecer los cojines de evaporación. Son los métodos de goteo, de rocío y el rotatorio, en el que el cojín es sumergido en el tanque de agua.

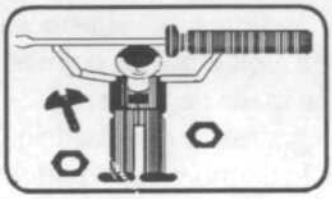
El ciclo de enfriamiento se inicia cuando se enciende el soplador y se mojan los cojines. El soplador absorbe aire fresco del exterior para dirigirlo hacia el evaporador. El aire que entra pasa a través del cojín de evaporación. Entonces, el agua del cojín se evapora en el aire que llega. Esta evaporación hace que disminuya la temperatura del aire. El aire enfriado pasa por el soplador y se entrega al edificio que se debe enfriar. Luego, el aire es expulsado del edificio y reemplazado por más aire ya enfriado.

El ciclo de enfriamiento por evaporación es un sistema abierto y directo. El agua, que es el enfriador, entra en contacto directo con el aire al que enfría. También se escapa del evaporador hacia el aire. El agua de los cojines de evaporación tiene que ser reemplazada constantemen-

te. En los enfriadores por refrigeración, el refrigerante no se escapa. Tampoco entra en contacto directo con el aire al que enfría. La transferencia de calor tiene lugar de lado a lado de una barrera metálica. Los enfriadores por refrigeración son sistemas cerrados e indirectos.

En la actualidad, se utilizan tres tipos básicos de enfriadores por evaporación. Reciben su nombre del método utilizado para mojar los cojines de evaporación. Dichos tipos son: el de goteo, el de rocío y el rotatorio. El tipo más común es el de goteo.

¡Felicidades por su comprensión de la lección!



Tareas prácticas

Empleo de la carta psicrométrica para un sistema de enfriamiento evaporativo

Materiales que usted necesitará

- Una carta psicrométrica (sistema inglés)
- Lápiz y papel

Información previa

El enfriamiento evaporativo es un proceso adiabático, lo que significa que no hay pérdida ni ganancia de calor total. El calor sensible se convierte en calor latente, debido a que se permite que el calor sensible del aire evapore la humedad contenida en éste. En consecuencia, el calor sensible del aire se convierte en calor latente de la humedad.

El proceso de enfriamiento evaporativo es común en las regiones calientes y secas de los Estados Unidos y México, como por ejemplo: ciertas áreas de Arizona, Nuevo México, Nevada y California (EEUU) o de Sonora y Baja California Norte (México). Las zonas desérticas bajas de estos lugares experimentan altas temperaturas de bulbo seco con baja humedad relativa. El aire del proceso es enfriado aproximadamente al 90% de saturación. En consecuencia, este proceso de enfriamiento produce aire muy húmedo.

La humedad es introducida a la mezcla de aire por medio de un proceso de rociadura con una pequeña bomba que hacer circular agua para saturar unos cojines de paja. El ventilador de aire de suministro aspira el aire caliente seco, a través de los cojines húmedos. En el proceso, el aire recoge el vapor de agua (calor latente), por lo cual desciende la temperatura de bulbo seco (calor sensible).

Lo que usted deberá hacer

Determinará la temperatura del aire que sale al 90% de humedad relativa, los granos de humedad que se agregan a la mezcla de aire y el aumento de calor latente.

Datos: 100 °F de bulbo seco; 20% de humedad relativa en el aire que entra.

Procedimiento

1. Busque en la carta psicrométrica el valor de 100 °F y ascienda verticalmente hasta encontrar la curva de 20% de humedad relativa. Marque el punto con la letra A.

2. Si el aire abandona el enfriador evaporativo con una humedad relativa del 90%, el aire que sale al exterior deberá estar a una temperatura de bulbo seco de 71 °F. A partir del punto A, trace una paralela a las líneas de temperatura de bulbo húmedo hasta cortar la línea de humedad relativa 90%. Ahí localice el punto B. Ahora baje una línea vertical hasta la escala de temperatura de bulbo seco (llegar al punto de 71 °F).

3. Por cada libra de aire seco que circula en el proceso, se agrega una humedad extra de 47 granos o la mezcla (57 granos en el punto A y 104 granos en el punto B), lo cual incrementa la humedad relativa del 20 al 90%, a la vez que hace bajar la temperatura de bulbo seco a 71 °F.

Para encontrar estos valores de granos de humedad, trace una horizontal a partir del punto A hasta cortar la línea de granos de humedad por libra de aire seco, y encontrará 57. Repita el procedimiento a partir del punto B y encontrará 104.

Conclusiones

Las desventajas del enfriamiento evaporativo con relación al confort, provienen del aumento de la humedad del aire. El ventilador debe suministrar aproximadamente seis veces el volumen que suministraría una unidad normal de aire acondicionado.

-Y después, ¿qué sigue?

¿Cuáles son las cuatro reglas básicas para que los enfriadores por evaporación funcionen adecuadamente? ¿De qué depende la velocidad del ciclo refrescante? ¿Cómo se determina el tamaño que debe tener un enfriador para realizar una tarea determinada? ¿Qué es un edificio expuesto? ¿Cómo se calcula el volumen del espacio a enfriar? ¿Cómo debería entrar, idealmente, el aire en una habitación? ¿Existe un límite de descenso de la temperatura y cómo se calcula? ¿Cuáles son las seis propiedades del aire que tienen que considerar todos los acondicionadores?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* **Escoja una sola respuesta para cada pregunta.** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. Cuando la cantidad de vapor de agua que hay en el aire alcanza el punto de rocío, se dice que éste está
a. recalentado.
b. húmedo.
c. saturado.
d. seco.

2. La humedad relativa se usa para comparar la humedad a diferentes
a. temperaturas.
b. volúmenes.
c. presiones.
d. masas.

3. El calor sensible es el que en una sustancia causa un cambio de
a. estado.
b. fase.
c. presión.
d. temperatura.

4. En un enfriador por evaporación, la disminución de la temperatura depende de la
a. presión del aire exterior.
b. humedad relativa del aire exterior.
c. temperatura del aire exterior.
d. temperatura de bulbo seco.

Recorte aquí el talón de respuesta y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de lección L456

5. Todo lo que necesita un enfriador por evaporación son 3 cosas: agua que evaporar, una superficie en la que el agua pueda evaporarse y
a. una bomba.
b. un termostato.
c. un ducto.
d. un soplador.

6. El método de distribución en el cual un vaporizador centrífugo o una tobera arroja un fino rocío es el de
a. compresión.
b. rocío.
c. goteo.
d. evaporación.

7. Un enfriador por evaporación es un sistema
a. abierto.
b. cerrado.
c. semiabierto.
d. semicerrado.

8. Un buen enfriador por evaporación se aproximará lo más posible a la temperatura
a. de bulbo seco.
b. de punto de rocío.
c. de bulbo húmedo.
d. de saturación.

9. En los enfriadores del tipo de rocío existen unos deflectores que se encuentran alrededor de
a. el soplador.
b. el cojín de evaporación.
c. el tanque de agua.
d. el enfriador.

10. De los tres tipos de enfriadores, el de goteo es el único que siempre tiene su propio
a. difusor.
b. evaporador.
c. tanque de agua.
d. soplador.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

SISTEMAS DE

Refrigeración

YAIRE

ACONDICIONADO

CONTENIDO

Introducción....3

1. Definiciones y descripciones....3
2. Reglas para un buen enfriamiento por evaporación....3
3. El aire acondicionado....17
4. Resumen....23
5. Tareas prácticas....24
6. Examen... ...27

Funcionamiento de un sistema de enfriamiento por evaporación

L457 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Reglas para un buen enfriamiento por evaporación, 3
- Instale un enfriador de tamaño adecuado, 4
- Suministre al enfriador aire fresco del exterior, 10
- Descargue el aire, 11
- Comprenda las limitaciones del sistema, 13

El aire acondicionado, 17
- El calentamiento y el enfriamiento, 18
- La humedad, 19
- La filtración del aire, 21
- El movimiento del aire, 22
- La ventilación, 22

Resumen, 23

Tareas prácticas:
Identificación de las propiedades del aire, 24

Examen, 27

Introducción

Esta lección complementa debidamente los conceptos tratados en la lección anterior. Aquí trataremos en detalle los conceptos relativos al sistema de enfriamiento ambiental por evaporación. Aprenderá las cuatro reglas indispensables para un enfriamiento exitoso por evaporación. Estas reglas le enseñarán, por ejemplo, cómo buscar un enfriador de tamaño adecuado para un determinado trabajo.

Hay lugares donde no se deben usar enfriadores por evaporación. Esta lección le enseñará a decidir cuándo un enfriador por evaporación no es lo indicado para cumplir el objetivo que se le asigna. Aprenderá igualmente cuándo estos enfriadores por evaporación constituyen la solución ideal.

También es importante que analice las seis condiciones del aire con que un buen sistema de aire acondicionado tiene que enfrentarse; y las posibilidades y limitaciones que en esta tarea tienen los enfriadores por evaporación. Este es uno de los aspectos más interesantes de la lección para el futuro técnico de servicio de refrigeración y aire acondicionado.

Actualmente, un buen técnico de servicio, aunque no tenga que realizar el cálculo ni el montaje de esta clase de equipo, necesita contar con los conocimientos básicos que le ayuden a manejarlo y a darle un mantenimiento adecuado.

Al final de esta lección, usted entenderá mejor el origen de las fallas de un sistema por evaporación, y este conocimiento le servirá de base para la realización de estudios de mayor amplitud.

Le recomendamos que haga los ejercicios prácticos con bastante cuidado y que estudie la lección tantas veces como sea necesario para dejar aclarados los conceptos. Esto le proporcionará mayores beneficios.

Definiciones y descripciones

DEFLECTOR *(baffle).* Lámina o alabe usado para dirigir o controlar el movimiento del aire dentro de un área limitada.

ENFRIADOR DE AIRE *(aír cooler).* Mecanismo diseñado para bajar la temperatura del aire que pasa a través de él.

EVAPORACIÓN *(evaporation).* Término aplicado al cambio de líquido a gas. Se absorbe calor en este proceso.

FILTRO DE AIRE *(airfilter).* Implemento usado para retirar las impurezas del aire.

GRANO *(grain).* Unidad de peso. Es usada para indicar la cantidad de humedad en el aire (7,000 granos = 1 libra).

VENTILADOR *(fan).* Un elemento de flujo axial o radial usado para mover o producir corrientes artificiales de aire.

Reglas para un buen enfriamiento por evaporación

Los enfriadores por evaporación ofrecen tres importantes beneficios:

- Economía de funcionamiento
- Facilidad de mantenimiento
- Larga duración

¿Qué otra cosa se puede pedir? Bueno, hay días en que se desearía algo más. Ocasionalmente tienen problemas mecánicos. Los cojines de evaporación se desgastan, las bandas de los sopladores se rompen, las válvulas de flotador dejan de flotar, las bombas ya no bombean, y es posible que aparezcan fugas en los tanques. Estos son problemas cotidianos, y por ahora no nos interesan.

Hay ocasiones en las que no basta con que el evaporador funcione debidamente. Un tamaño incorrecto de éste puede ser peor que la falta total de enfriamiento. Una mala ventilación también puede limitar el efecto enfriador.

Supongamos que alguien lo llama pidiéndole que vaya a arreglar su enfriador por evaporación. Usted se presenta con su caja de herramientas en la mano. La queja del cliente es que el enfriador no enfría. Usted le echa un vistazo y comprueba que, por el contrario está funcionando bastante bien. El sistema de agua moja los cojines, el agua de los cojines se evapora y el soplador sopla como una auténtica ballena.

Hay cuatro reglas básicas para que los enfriadores por evaporación funcionen adecuadamente. Una vez que las entienda, podrá reconocer y solucionar casi todos los problemas. Es conveniente que siga estas reglas siempre que instale un sistema de enfriamiento por evaporación. y cuando algún cliente tenga un problema, verifique si el sistema del enfriador satisface las cuatro reglas. Probablemente descubra que, en realidad, el enfriador no está descompuesto, sino que se ha violado alguna de las reglas.

Las cuatro reglas para los enfriadores por evaporación son:

- Instale un enfriador de tamaño apropiado.
- Suministre al enfriador aire fresco del exterior.
- Descargue el aire.
- Comprenda las limitaciones del sistema.

Estas reglas son sencillas, pero aún así muchas veces no se cumplen. Si un sistema de enfriamiento por evaporación no cumple estas reglas, no funcionará tan bien como debería. Vamos a examinarlas una por una.

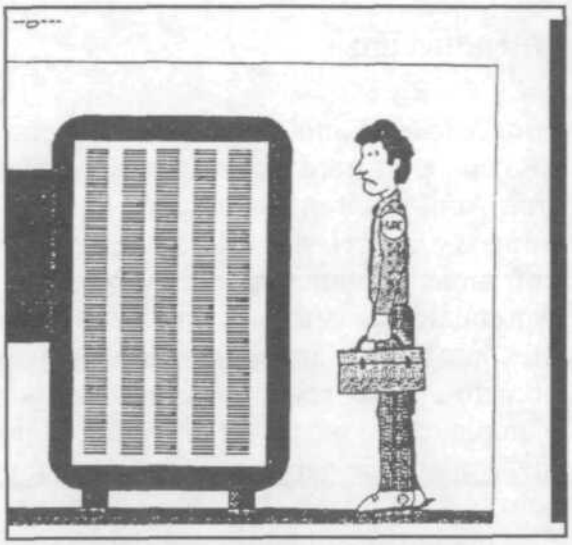


Figura 57-1. Un enfriador puede ser grande y voluminoso. Y sin embargo, no tener el tamaño apropiado para determinada tarea.

Instale un enfriador de tamaño adecuado

¿Es suficientemente grande el enfriador? Bueno, casi todos los enfriadores por evaporación son grandes y voluminosos. ¿Alguna vez intentó levantar uno de ellos? Sin embargo, tamaño adecuado no quiere decir que sea grande y voluminoso.

Los enfriadores por evaporación tienen que suministrar constantemente aire limpio y enfriado al espacio que se va a enfriar. El aire nuevo refresca una y otra vez el aire que se encuentra en el espacio de enfriamiento. Este ciclo refrescante se mide en minutos. La velocidad del ciclo depende del clima. En los climas secos, donde la humedad relativa es baja, el ciclo refrescante puede durar hasta dos minutos. En los climas húmedos, dura menos. ¡Hay regiones en las que tal vez el ciclo dure apenas 45 segundos!

Por supuesto, esto no significa que sólo se necesite un soplador lo suficientemente grande como para circular más aire a través del espacio. También el cojín de evaporación tiene que ser mayor. El soplador y el cojín tienen que hacer juego uno con otro. Si el soplador introduce más aire del

exterior del que los cojines pueden manejar, éstos nunca estarán húmedos. Se secarán y el sistema dejará de funcionar. El tamaño del enfriador por evaporación en su totalidad tiene que corresponder a la magnitud de la tarea. Esto es lo que se pretende decir con la regla de instalar un enfriador de tamaño adecuado.

Existen tres buenas maneras de determinar el tamaño que debe tener un enfriador para realizar una tarea determinada:

- Use las tablas de clasificaciones por tamaño que producen los fabricantes.
- Use el método de "cambio de aire".
- Use una fórmula de ingeniería.

La primera manera es consultar las tablas de clasificaciones por tamaño. Los fabricantes casi siempre incluyen esas tablas en los catálogos de sus equipos. Ellos conocen sus propios enfriadores por evaporación mejor que nadie. Las tablas enumeran ciudades, regiones o promedios de humedad relativa para aire exterior. Lo único que se necesita hacer es calcular el volumen de aire del espacio que se va a enfriar. Un poco más adelante, veremos cómo se calcula el volumen de aire. Una vez conocido, lo único que se necesita hacer es igualar esta cifra con la de la ciudad o región en la que se localiza el enfriador. Como puede apreciarse, éste es un método sencillo cuando se está instalando un enfriador. Pero tal vez sea muy engorroso cargar consigo las tablas de clasificaciones por tamaño para cada uno de los diversos enfriadores. Hay maneras bastante más fáciles.

La fórmula de ingeniería para determinar el tamaño de los enfriadores es demasiado extensa y compleja como para usarladiariamente.Lausanprincipalmente quienes diseñan enfriadores por evaporación. En pocas palabras, es como sigue. Primero, calcule la carga total de calor sensible del espacio que se desea enfriar. Luego, calcule la cantidad de aire que tiene que viajar a través de ese espacio. A continuación, determine la frecuencia con la que el aire debe circular a través de dicho espacio. Finalmente, calcule el tamaño del soplador en base al área del cojín de evaporación, y en función de la eficacia enfriadora del proceso. ¿Le parece complicado? ¡Podría liquidarse hasta dos blocs de papel para hacer todos los cálculos! Las tablas de clasificaciones producidas por los fabricantes se basan en esta fórmula. Cuando no disponga de una tabla de clasificaciones por tamaño, puede usar el método de "cambio de aire".

El método de cambio de aire es la forma más sencilla de determinar el tamaño apropiado de cualquier enfriador que se necesite. Este procedimiento se compone de siete pasos. Los veremos uno por uno y los ilustraremos con unos cuantos ejemplos.

PASO 1. Fíjese en el mapa de la Figura 57-2. Es un mapa de zonas. Divide los Estados Unidos de América en cuatro zonas o regiones climáticas. Estas regiones se delimitan en función del promedio de

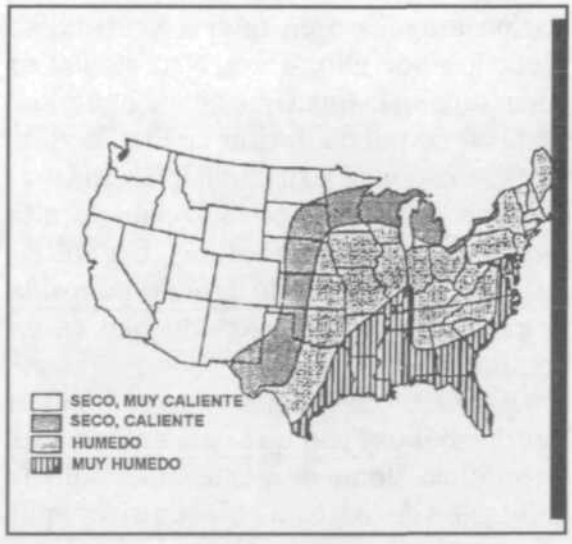


Figura 57-2. Mapa de los Estados Unidos, dividido en zonas climáticas.

temperatura y humedad relativa durante el verano. El factor clave es la humedad. La Zona 1 tiene un clima básicamente seco y caliente. La Zona 2 es menos seca que la 1. La Zona 3 es más húmeda que la Zonas 1 y 2. La Zona 4 es más húmeda que las tres anteriores. Cuanto más húmedo es el clima, tanto más aprisa se tiene que hacer circular el aire por la habitación.

El mapa de zonas es fácil de usar. Lo único que se necesita hacer es localizar en el mapa el sitio en que se encuentra uno. Vamos a suponer que usted se encuentra instalando o trabajando en un enfriador por evaporación ubicado en Flagstaff, Arizona. El mapa indica las líneas fronterizas de los estados, pero no las ciudades. Eso no importa, pues el mapa sólo pretende servir como guía general. Localice en el mapa la ciudad y el estado. Como el equipo se encuentra en Flagstaff, Arizona, usted sabe que la ciudad está en la mitad norte del estado. En el mapa, la parte norte de Arizona está en la Zona 1. Cuando determine el tamaño apropiado de un enfriador, lo hará con referencia a la Zona 1. esto es sólo un ejemplo, pues todos los países tienen este tipo de mapas.

El mapa de zonas corta algunos estados en mitades o en tercios, pero no se preocupe por ello. Tal vez su ciudad se encuentre en la línea que divide una zona. O quizá no pueda decidir cuál es la zona que corresponde a su ciudad. En tal caso, siempre debe escoger la zona más alta siguiente en cuanto a valores. Un enfriador que es un poquito grande para una tarea resulta mejor que uno que es un poquito chico.

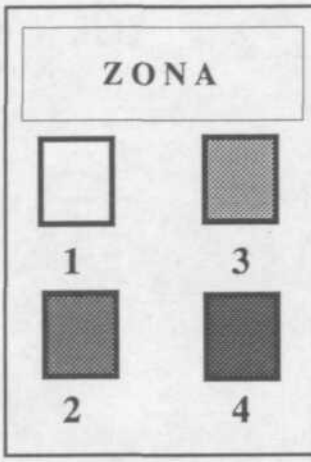
PASO 2. Luego, piense en cómo es el interior del espacio que va a enfriar. ¿Es un edificio lleno de gente? ¿Es sólo la habitación de una casa? Si el enfriador por evaporación se va a usar en una planta industrial, ¿tiene ésta ya una gran cantidad de equipo? ¿El equipo genera mucho calor? Hágase estas preguntas. Quiere determinar si la carga de calor del interior es normal o excesiva.

En casi todas partes, la carga de calor es normal. En una casa, la carga de calor es normal. Es probable que la mayoría de las oficinas tengan cargas normales. Pero si es mucha la gente que trabaja en una de ellas, a lo mejor, la carga es excesiva, sobre todo si el personal es muy numeroso.

PASO 3. Observe la carga de calor del exterior del edificio. ¿El exterior se encuentra expuesto o protegido? Esto último depende de factores como el aislamiento térmico y la ubicación de las ventanas. Si el edificio está expuesto en su parte exterior, los rayos solares pueden hacer que el interior se caliente más. Un edificio que está protegido tiene más defensas contra los rayos del sol.

Si un edificio está bien aislado, se puede decir que su exterior está protegido. El aislamiento detiene una parte del calor solar. Sin embargo, ni siquiera una buena capa aislante en el techo y en las paredes es suficiente para los enfriadores por evaporación. Hay que comprobar en qué dirección están orientadas las ventanas. Las que se encuentran expuestas al oeste y el sur reciben mucho sol. Recuerde que cuando el enfriador por evaporación está trabajando se deben mantener abiertas algunas ventanas. Incluso cuando las ventanas se mantienen abiertas, el edificio puede ponerse caliente. Las ventanas orientadas hacia el norte o hacia el este no ofrecen ningún problema, porque no reciben sol en forma directa.

Un edificio al que le dan sombra unos árboles se puede considerar como protegido siempre y cuando a su alrededor haya bastante sombra. Las habitaciones que se encuentran abajo de uno o más pisos, también se consideran protegidas. Esto se debe a que el piso de arriba sirve para aislar el piso de abajo.



CAMBIO DE AIRE					
CARGA DE CALOR INTERNO	CARGA DE CALOR EXTERIOR	ZONA			
		1	2	3	4
EXCESIVA	EXPUESTA	1 1/2	1	3/4	1/2
EXCESIVA	PROTEGIDA	2	1 1/2	1	1 1/2
NORMAL	EXPUESTA	2	1 1/2	1	1 1/2
NORMAL	PROTEGIDA	2	2	1 1/2	1

Figura 57-3. Tabla de cambio de aire.

Un edificio expuesto es el que no está protegido contra los rayos solares. El edificio que no tiene aislamiento o sombra carece de protección; y lo mismo se puede decir del edificio cuyas ventanas están orientadas hacia el sur y el oeste, aunque esto depende del clima de la región. En los días calurosos, los rayos solares que llegan directamente al edificio anulan los efectos refrescantes del enfriador por evaporación. La temperatura de su interior será casi la que hay en el exterior.

PASO 4. Fíjese en la Figura 57-3. Es una tabla de cambio de aire. La información que contiene se usa durante los pasos uno a tres para determinar la frecuencia con la que debe cambiarse el aire en un espacio que se va a enfriar. La tabla está dividida en tres columnas: una para la carga de calor interna y externa con las dos primeras columnas. Debe hacerlo en una sola línea.

Luego, siga la línea de un lado a otro hasta la columna que corresponda a la zona donde se encuentra usted. El número de esa casilla le indicará cuántos minutos pueden transcurrir antes de que necesite cambiar el aire del espacio de enfriamiento. Cuanto más pequeño sea el número, tanto más aprisa se debe cambiar el aire del edificio. Como así circula más aire por el edificio, aumenta el enfriamiento. Tenga en cuenta que esta tabla es sólo una aproximación. Cuando la carga de calor sea anormal, tal vez quiera escoger un cambio de aire más rápido.

Veamos un ejemplo de cómo usar los pasos uno a cuatro. Supongamos que usted desea instalar un enfriador por evaporación enTulsa, Oklahoma. El edificio tiene aislamiento, pero es una fábrica, de modo que en su interior hay una gran cantidad de maquinaria.

Vayamos paso a paso.

Para empezar, consultamos el mapa de zonas. Tulsa se encuentra en la esquina noreste de Oklahoma. Consultando el mapa, vemos que la esquina noreste está en la Zona 3. Tomamos nota de ello. Ahora, nos dirigimos a ver el edificio en cuestión.

Conforme al paso dos, comprobamos la carga de calor del interior. El edificio tiene una gran cantidad de maquinaria. Investigue qué tanto calor puede generar la maquinaria. Mucho calor, por lo que anota que la carga de calor del interior es excesiva.

Ahora, revise el exterior del edificio. Está bien aislado, y todas las ventanas ven hacia el norte y el este. La carga de calor del exterior está protegida.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Un tamaño incorrecto del_____ puede ser peor que la falta total de enfriamiento.
2. En un sistema por evaporación, la velocidad del ciclo depende del_____.
3. Cuando un enfriador por_____ está trabajando, se deben mantener abiertas algunas ventanas.
4. Para el cálculo de carga térmica, las ventanas orientadas hacia el norte o hacia el _____ no ofrecen ningún problema, porque no reciben sol en forma directa.
5. Una tabla de cambio de aire está dividida en tres columnas: una para la carga de calor del interior, otra para la carga de calor del_____ y otra para la zona en la que se localiza el enfriador.

Respuestas

1. evaporador 2. clima 3. evaporación 4. este 5. exterior

En el interior del edificio, la carga de calor es excesiva, pero en el exterior está protegida. Usted sabe que la ubicación corresponde a la Zona 3. Así que tiene los datos necesarios para trabajar con la tabla de cambio de aire.

El primer aspecto que iguala es el de la excesiva carga de calor interior. Las primeras dos líneas de la tabla dicen "excesiva". Revise la columna exterior de ambas líneas e iguale "protegida". Si consulta la tabla, verá que la línea dos tiene "excesiva" para la columna del interior y "protegida" para la del exterior. Esta es la línea que corresponde a nuestro edificio. Seguimos esa línea a lo ancho, hasta la columna de la Zona 3, el tiempo para el cambio de aire es un minuto. De manera que ahora ya sabe que el enfriador por evaporación deberá cambiar el aire del edificio una vez por minuto.

PASO 5. Todavía le hace falta otro número para determinar correctamente el

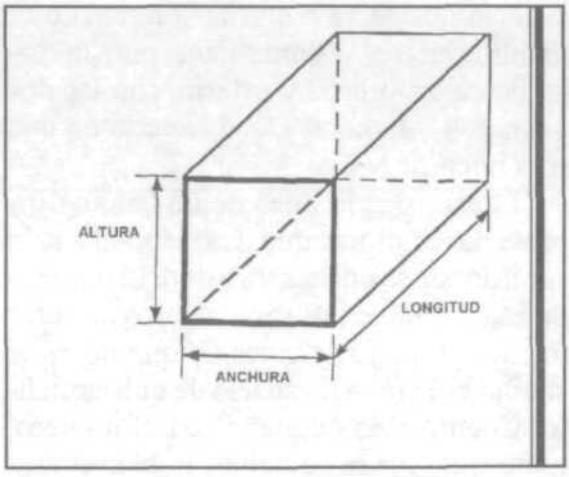


Figura 57-4. Volumen de un espacio.

tamaño adecuado del enfriador. Necesita saber cuál es el volumen del espacio que se va a enfriar. El volumen se expresa en pies cúbicos. Es la cantidad de aire que el enfriador debe mover a través del espacio de enfriamiento.

Para calcular el volumen, se utilizan tres medidas. ¿Se acuerda de cuáles son? Las medidas son la longitud, la anchura y la altura. La Figura 57-4 muestra esas medidas y la fórmula para determinar el volumen de un espacio. La fórmula es:

Volumen = Longitud x Anchura x Altura

Le daremos unas dimensiones al edificio imaginario del paso cuatro. Si el edificio tuviera 40 pies (12.3 m) de largo, 22 pies (6.7 m) de ancho y 15 pies (4.6 m) de alto, la fórmula quedará así:

Pies cúbicos (volumen) = 40 pies (longitud) x 22 pies (anchura) x 15 pies (altura)

Multiplique la longitud por la anchura. Luego, multiplique el resultado por la altura. La respuesta será:

40 pies x 22 pies x 15 pies = 13,200 pies cúbicos (374 m^3)

Esta es la cantidad total de aire que el enfriador por evaporación debe reemplazar en cada cambio de aire. En caso de que la unidad tenga que enfriar varias habitaciones, se deben sumar los pies cúbicos volúmenes de todas ellas para obtener la cifra total.

Hay edificios en los que algunos salones tienen techos de más de 20 pies (6.1 m) de altura. En estos casos, es normal trazar la línea de un techo imaginario con medidas entre 15 y 18 pies (4.6 y 5.5 m). Cuando calcule el total de pies cúbicos de un edificio que tenga un techo alto, use esta altura imaginaria menor.

PASO 6. Ahora necesitamos determinar cuántos pies cúbicos de aire hará circular el enfriador por evaporación, cada minuto, a través del edificio. La fórmula es sencilla. Es así:

Total de pies cúbicos de espacio / tiempo para un cambio de aire = Pies cúbicos por minuto (pcm)

Esta fórmula nos indicará la cantidad de pies cúbicos por minuto (pcm) que el enfriador debe hacer circular a través del edificio. En el ejemplo del paso cuatro, tuvimos un edificio que necesitaba un cambio de aire cada minuto. En el paso cinco, calculamos el total de pies cúbicos de un edificio. La cifra fue de 13,200 pies cúbicos. Para determinar la cantidad de pies cúbicos por minuto (pcm) que el enfriador debe entregar dividimos las dos cifras de este modo:

13,200/1 = 13,200 pcm

Necesitaremos un enfriador por evaporación que pueda enviar 13,200 pies cúbicos de aire a través del edificio cada minuto. Si el ritmo del cambio de aire fuera de cada dos minutos, la respuesta sería diferente. Quedaría de este modo:

13,200/2 = 6,600 pcm

El enfriador sólo tendría que enviar a través del edificio 6,600 pies cúbicos de aire enfriado (187.4 m^3).

Todos los enfriadores se clasifican de acuerdo con la cantidad de aire que pueden entregar. En edificios de gran tamaño, su respuesta al paso seis tal vez fuera demasiado alta. Pudiera superar la clasificación de cualquier enfriador. En ese caso, sería necesario instalar dos o más enfriadores para que realizaran correctamente la tarea.

El punto más importante que se ha de considerar al determinar el tamaño que debe tener un enfriador es éste: No instalar nunca un enfriador cuya clasificación en pies cúbicos por minuto sea más baja de lo que el edificio necesita. Sería contrario al objetivo del enfriador por evaporación. El enfriador debe tener el tamaño apropiado para realizar la tarea requerida. Si no halla ningún enfriador cuya cifra en pcm sea exactamente igual a la que obtuvo

TIPO DE INSTALACIÓN	REDUCCIÓN DE PCM
Ducto corto de entrada directa (pared o techo)	Ninguna reducción
Ducto sencillo con un codo	10% a 20%
Ducto de 25 pies con dos codos	20% a 30%
Ducto de más de 25 pies o de tres o más codos	25% a 40%

Figura 57-5. Tolerancias para las redes de ductos.

en el paso seis, use el siguiente en tamaño. Recuerde que siempre es mejor un pequeño exceso de enfriamiento que un menor del requerido.

Si el enfriador por evaporación es de los que se instalan en la ventana, o nada más tiene un ducto recto para el techo, habrá usted terminado con el método del cambio de aire. En caso de que sea un enfriador del tipo que funciona con ductos, se requerirá el paso siete.

PASO 7. Los ductos se oponen al flujo del aire, le ofrecen resistencia. El aire procedente del soplador tiene que recorrer una distancia más larga. También es posible que tenga que darles vuelta a las esquinas formadas por la red de ductos. Todo esto se opone al flujo del aire. Esta resistencia se debe tomar en cuenta. Para ello, reduzca la clasificación en pcm que tenga el enfriador. Una clasificación más baja compensa la resistencia causada por la red de ductos. Hay que calcular la cantidad en que se debe reducir la clasificación en pcm. La Figura 57-5 muestra algunos porcentajes estándar. Lo máximo que se reduciría la clasificación sería el 40%. Esta reducción se haría cuando se tratara de ductos largos con muchas vueltas.

Aquí tenemos un ejemplo. Supongamos que hay un enfriador por evaporación que tiene una clasificación de 5,000 pies cúbicos por minuto. El enfriador se encuentra instalado en un ducto de ocho pies de largo (2.43 m), que tiene un codo. La Figura 57-5 muestra que la clasificación en pcm se debe reducir entre 10 y 20 por ciento. El ducto no es largo, y la vuelta es sencilla. Es probable que sólo haya que reducirla en 10 por ciento. Primero, este porcentaje se multiplica por la clasificación normal en pcm (la que obtuvo en el paso seis). Nuestra clasificación normal es 5,000 pcm, de manera que el cálculo se vería así:

5,000 x. 10 = 500

Reduzca la clasificación en pcm en 500, para compensar la resistencia de los ductos. Ahora reste 500 de la clasificación en pcm, para obtener la clasificación ajustada.

5,000 - 500 = 4,500 pcm

En este edificio, el enfriador por evaporación debería entregar 4,500 pies cúbicos de aire por minuto. Esta es la manera de ajustar la clasificación en pcm para los enfriadores que funcionan con una red de ductos.

Las tablas de clasificaciones por tamaños de los fabricantes y el método del cambio de aire son las dos maneras de determinar el tamaño apropiado de un enfriador por evaporación. La de las tablas de clasificaciones es la más fácil. Lo único que se necesita calcular es el volumen del edificio que se va a enfriar. El método del cambio de aire se compone de algunos otros pasos. Cuando no se dispone de una tabla de clasificaciones, el método del cambio de aire resultará una valiosa herramienta con la que determinar el tamaño del enfriador.

Suministre al enfriador aire fresco del exterior

Esta regla es bastante sencilla, y muy importante. Los enfriadores por evaporación

se basan en el principio de la evaporación. La cantidad de evaporación que puede tener lugar en el aire es limitada. El límite es la temperatura de bulbo húmedo. El aire que pasa a través un enfriador por evaporación sale de él a una temperatura cercana a la de bulbo húmedo. Ha sido enfriado tanto como es posible. Si ese mismo aire vuelve a pasar por el enfriador, no ocurrirá nada. No puede evaporarse más, lo que significa que no se producirá más enfriamiento por evaporación. Esta es la razón de que los enfriadores por evaporación siempre necesiten aire fresco. A propósito de esta regla, tenga presentes dos consejos sencillos.

¡Nunca utilice aire de las habitaciones! No tome aire de otra habitación, ni lo recircule. No lo debe recircular por las razones arriba indicadas. El enfriador se debe colocar en el exterior, y tomar aire del exterior. No debe ser instalado ni en el desván ni en el sótano. Esto es bastante obvio, pero vale la pena mencionarlo. Tampoco conviene usar ductos para llevar aire hasta el enfriador. Este debe instalarse en el techo, o contiguo al edificio cuando se trate de unidades de pared y ventana.

El otro consejo es que mantenga el escape alejado del enfriador por evaporación. Idealmente, el aire debiera entrar por un lado del edificio y salir por el otro. No debe haber ventanas abiertas ni ventiladores de extracción muy cerca del enfriador. Existe la posibilidad de que el enfriador saque aire de ventanas abiertas y ventiladores de extracción demasiado cercanas. Ese aire ya fue enfriado y probablemente esté saturado de agua, el recircularlo sería más perjudicial que benéfico. No podría producirse ningún enfriamiento en el evaporador. El ambiente del edificio se volvería pesado, y las personas sudarían mucho. No estarían muy satisfechas con el sistema de enfriamiento.

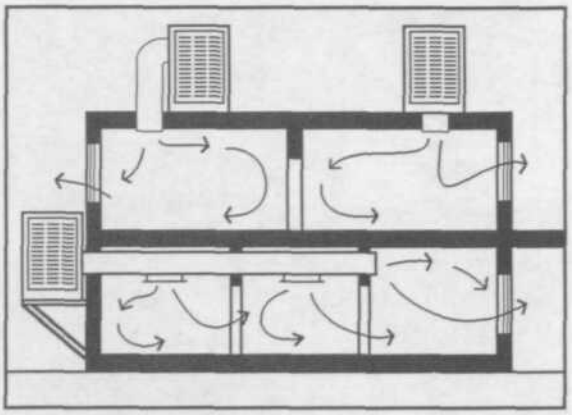


Figura 57-6. Flujo adecuado de aire.

Descargue el aire

Esta regla es inseparable de la regla dos. El edificio tiene que recibir aire fresco y descargar el ya usado. Esta es una de las diferencias entre el ciclo de refrigeración y el de enfriamiento por evaporación. En el ciclo de refrigeración, las ventanas se mantienen cerradas de manera que el aire se quede dentro. En el ciclo de enfriamiento por evaporación, las ventanas se deben mantener abiertas para que el aire pueda salir. Es reemplazado continuamente por aire recién enfriado. Existen dos cosas que se deben recordar al aplicar esta regla. Asegúrese de que el flujo de

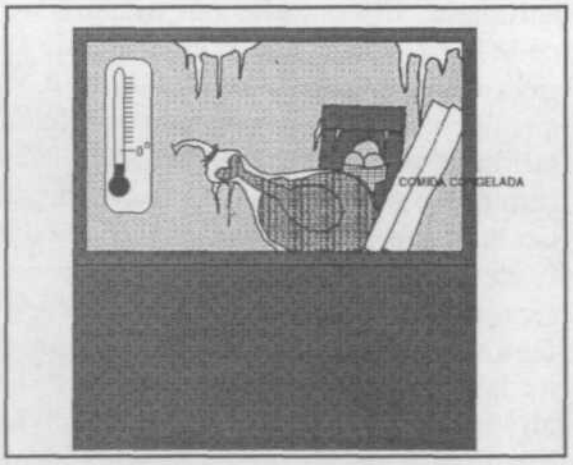


Figura 57-7. La refrigeración puede reducir la temperatura hasta niveles inferiores a los necesarios para el confort de las personas. El enfriamiento por evaporación no puede hacerlo.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego anote en las líneas del centro la letra que identifique el término elegido.

1. Parte del sistema por evaporación que se clasifican de acuerdo con la cantidad de aire que pueden entregar.
2. Principio en el que se basan los enfriadores por evaporación.
3. Lugar donde se debe instalar el enfriador en un sistema por evaporación.
4. Dispositivo colocado en el respiradero que hace que el aire pueda ser dirigido en todas direcciones.
5. Dispositivos que en un sistema por evaporación contribuyen a aumentar el flujo de aire.

a. exterior
b. enfriadores
c. placa deflectora
d. ventiladores
e. evaporación

Respuestas

1.b 2.e 3.a 4.c 5.d

aire sea el apropiado, y cerciórese de que haya espacio para que el aire pueda salir.

Es esencial que el aire fluya de manera apropiada. El enfriador por evaporación debe reemplazar todo el aire durante su ciclo de cambio de aire. Idealmente, el aire debiera entrar por un lado de la habitación y salir por el otro. Si se utilizan respiraderos en el techo, el aire debe inundar la habitación. Mediante una placa deflectora en el respiradero, el aire puede ser dirigido en todas direcciones. Una ventana o puente en una o dos de las paredes de la habitación producirán un flujo de aire a todos los lugares de la misma. La Figura 57-6 muestra unos ejemplos de flujo de aire apropiado.

Tiene que haber espacio suficiente para que el aire pueda salir.

Esto parece más sencillo de lo que en realidad es. Debe haber una abertura de por lo menos un pie cuadrado ($0.09\ m^2$) por cada 200 pies cúbicos ($5.68\ m^3$) de aire entregados por minuto por el enfriador. Un enfriador que arroje 1,000 pcm necesitará aberturas que sumen como cinco pies cuadrados ($0.46\ m^2$). Sin embargo, éste es sólo un cálculo aproximado. La mayoría de las casas y edificios tienen las puertas y ventanas suficientes para descargar el aire. La descarga tiene todavía más importancia si es necesario hacer un cambio completo de aire cada minuto o menos. Esto representa una gran cantidad de aire en movimiento por un espacio. Y si el aire no puede salir con suficiente rapidez, la presión se acumulará en la habitación.

Cuando no hay bastantes aberturas, se necesita ayuda adicional. Los ventiladores de extracción contribuirán a aumentar el flujo del aire. En la mayoría de los casos, los ventiladores no son necesarios. Pero si en un edificio el cambio de aire se debe hacer en menos de un minuto y el total de pies cuadrados de todas las aberturas es mucho menor que los que se requieren, entonces habrá que recurrir al uso de ventiladores de extracción.

Comprenda las limitaciones del sistema

El ciclo de refrigeración es realmente extraordinario. Enfría aire una vez y otra vez y otra vez. El aire puede ser recirculado y enfriado todavía más. La refrigeración puede reducir la temperatura de una habitación a niveles muy inferiores a los que se necesitan para el confort de las personas.

Los enfriadores por evaporación no hacen cosas tan extraordinarias. Usan la evaporación para enfriar aire. Su capacidad de enfriamiento es limitada. No pueden recircular el aire y enfriarlo todavía más. En muchos climas y muchas situaciones los enfriadores por evaporación hacen un buen papel. Reducen la temperatura y proporcionan alivio del calor. Pero los días en que la humedad relativa es sumamente alta, es posible que no puedan enfriar el aire en absoluto. Esto no quiere decir que los enfriadores por evaporación sean un pobre sustituto de los enfriadores por refrigeración. Simplemente, quiere decir que, para entender debidamente lo que es un enfriador por evaporación, se necesita saber qué puede y qué no puede hacer.

La temperatura consiste básicamente en enfriar y calentar. Cuando en el exterior hace mucho calor, las personas encienden el sistema de enfriamiento. Cuando hace mucho frío, ponen en funcionamiento el calefactor. Parece bastante sencillo. El sistema de aire acondicionado se puede fijar de manera que mantenga una temperatura determinada, sea cual fuere la temperatura que haya en el exterior. En los días de calor, enfría el aire del interior a la temperatura deseada. En los días de frío, lo calienta. El enfriador por refrigeración puede reducir la temperatura del aire hasta un nivel predeterminado. El enfriador por evaporación no puede garantizar niveles de temperatura tan exactos.

Los enfriadores por evaporación dependen de la humedad relativa del aire exterior. Sabemos que la evaporación es un proceso de enfriamiento. Conforme el agua se evapora, el calor sensible del aire se transforma en el calor latente de la evaporación. El calor sensible se nota; el calor latente no. En consecuencia, la temperatura atmosférica disminuirá a medida que el calor sensible del aire se convierta en calor latente.

La cantidad de evaporación que puede producirse tiene un límite. Ese límite es el de la temperatura de bulbo húmedo. Los enfriadores por evaporación se aproximan mucho a la temperatura de bulbo húmedo. Pero así como hay un límite a la cantidad de evaporación que puede producirse, hay un límite al correspondiente descenso de la temperatura. El descenso de temperatura posible en un momento cualquiera es la diferencia entre la temperatura de bulbo seco y la temperatura de bulbo húmedo que tenga el aire. Hay un término para esta diferencia: "depresión de bulbo húmedo". La depresión de bulbo húmedo es la diferencia entre las temperaturas de bulbo seco y de bulbo húmedo.

El descenso de temperatura que tiene lugar en un enfriador por evaporación puede ser pequeño o grande. Ha habido casos en los que la temperatura descendió hasta 40 grados. Naturalmente, el aire exterior estaba muy seco. Los descensos de entre 10 y 20 grados son más comunes. El enfriamiento siempre será mayor cuando

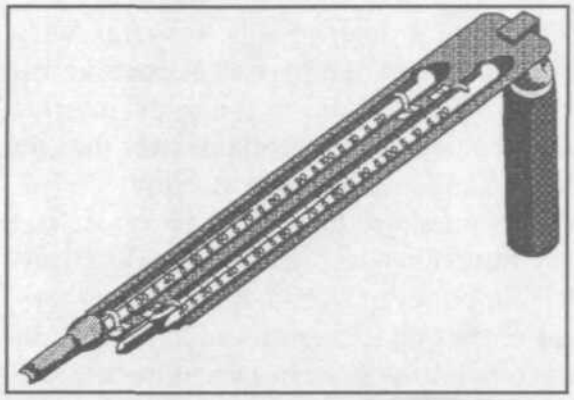


Figura 57-8. Psicrómetro rotatorio.

la humedad relativa del aire exterior sea baja. El enfriamiento será menor cuando la humedad relativa del aire exterior sea alta.

En tal caso, ¿cómo podemos estimar el descenso posible de temperatura en el interior de un enfriador por evaporación? Hay un método muy práctico. Se llama "método del 80 por ciento". ¿De qué manera funciona? Todo lo que se necesita es tornar un par de medidas y hacer unos pocos cálculos.

Se llama método del 80 por ciento en razón de un concepto de ingeniería. Ningún enfriador puede evaporar agua suficiente para saturar el aire hasta su presente temperatura de bulbo seco. Son varios los obstáculos que intervienen. Los cojines de evaporación no ceden su agua tan bien como fuera de desearse. El aire pasa a través de los cojines con tanta rapidez que impide que se produzca el máximo de evaporación. Hay otras cosas de por medio. El enfriador típico por evaporación funciona con una eficiencia de alrededor de 80 por ciento. Para que su enfriamiento fuera perfecto, el aire tendría que salir de la unidad evaporadora a su temperatura de bulbo húmedo. Ningún enfriador es tan eficiente. La eficiencia de la mayoría es como de 80 por ciento. Esto es lo que se quiere decir con 80 por ciento de eficiencia. No es más que un promedio. Hay enfriadores que no tienen una clasificación de 80 por ciento, en tanto que la de otros es mejor. Sin embargo, 80 por ciento es un buen promedio que se puede usar para determinar el posible descenso de temperatura que va a tener lugar en el enfriador por evaporación.

El método del 80 por ciento lleva aparejado una ecuación. Y ésta implica el promedio de 80 por ciento y la temperatura de bulbo húmedo del aire. Si un enfriador por evaporación tiene una eficiencia promedio de 80 por ciento, se deduce que el posible descenso de temperatura debería ser el 80 por ciento de la depresión de bulbo húmedo. La fórmula se puede escribir así:

Depresión de bulbo húmedo x 80 por ciento = descenso de la temperatura

Para que la fórmula le sea más fácil, sustituya 80 por ciento por el número .8. Ambos significan la misma cosa.

La depresión de bulbo húmedo es la diferencia entre las temperaturas de bulbo seco y de bulbo húmedo. Para determinarlas, se utiliza un psicrómetro rotatorio, el cual se muestra en la Figura 57-8. Como usted recordará, este instrumento se compone de dos termómetros. Uno es un termómetro de bulbo seco, y el otro uno de bulbo húmedo. En realidad, el termómetro de bulbo húmedo es como un termómetro de bulbo seco, pero tiene una especie de envoltura en el bulbo del fluido. Para obtener la temperatura de bulbo húmedo, hay que mojar la envoltura y hacer girar el termómetro en el aire. (De esto le viene el nombre de psicrómetro "rotatorio".)

Como dijimos, de esta manera se obtiene la temperatura de bulbo húmedo, que siempre es menor que la temperatura de bulbo seco. Para hallar la depresión de bulbo húmedo, la temperatura de bulbo húmedo se le resta a la de bulbo seco:

Temperatura de bulbo seco - temperatura de bulbo húmedo = depresión de bulbo húmedo

Si la temperatura de bulbo seco es 96 gados y la de bulbo húmedo es 76 grados, la ecuación quedaría así:

96 - 76 = 20

En este ejemplo, la depresión de bulbo húmedo es 20 grados.

La temperatura de bulbo húmedo representa el mayor descenso de temperatura que puede producirse en un enfriador por evaporación. El descenso promedio es 80 por ciento. Para hallar el descenso de la temperatura cuando la depresión de bulbo húmedo es 20 grados, utilizamos la fórmula del 80 por ciento:

Depresión de bulbo húmedo x .8 = descenso de la temperatura

20 x .8 = descenso de temperatura de 16 grados

La temperatura del aire que salga del enfriador por evaporación será unos 16 grados más baja que la temperatura del aire exterior.

El método del 80 por ciento ayuda a poner en perspectiva los enfriadores por evaporación. En días de baja humedad relativa, la depresión de bulbo húmedo es alta. Cuanto mayor sea la depresión de bulbo húmedo, tanto mayor será el descenso de la temperatura. En días de alta humedad relativa, la depresión de bulbo húmedo es baja. Cuanto menor sea la depresión de bulbo húmedo, tanto menor será el efecto enfriador del enfriador por evaporación. Como vimos en el ejemplo anterior, una depresión de bulbo húmedo de 20 grados se traduce en un descenso de temperatura de unos 16 grados, lo cual es bastante agradable. Pero, si la temperatura de bulbo húmedo es menor de diez grados, el efecto enfriador será menor. Hasta puede no sentirse que se esté enfriando el aire.

Según muestra el método del 80 por ciento, estamos manejando límites. El descenso de la temperatura tiene un límite. El descenso puede ser muy pequeño o muy grande. Depende de la humedad relativa del aire exterior, así como de su temperatura. Un descenso de 16 grados parece agradable. Pero si la temperatura exterior es 106 °F (41.1 °C), la temperatura interior descenderá únicamente a unos 90°F(106-16 = 90).

El enfriador por refrigeración enfría el aire de acuerdo con cualquier temperatura que se fije en el termostato. No tiene límites. En cambio, el enfriador por evaporación tiene límites. El descenso de la temperatura está limitado al tamaño de la depresión de bulbo húmedo. La temperatura resultante del aire es la temperatura del aire exterior menos 80 por ciento de la depresión de bulbo húmedo. La fórmula para obtener la temperatura resultante queda así:

Temperatura del aire exterior - (80 por ciento x depresión de bulbo húmedo) = temperatura del aire interior

Estas dos fórmulas son las claves para entender las limitaciones de los enfriadores por evaporación. Resumiremos todo lo anterior mediante un ejemplo. Supongamos que usamos un psicrómetro rotatorio para medir el aire exterior. La temperatura de bulbo seco es 100 grados, y la de bulbo húmedo es 75. El primer paso es determinar la depresión de bulbo húmedo. Para ello, restamos la temperatura de

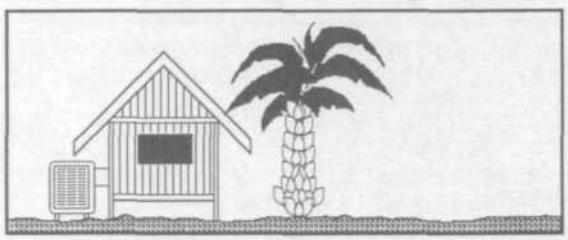


Figura 57-9. Hay climas en los que un enfriador por evaporación simplemente no es la elección apropiada.

bulbo húmedo de la temperatura de bulbo seco, así:

Temperatura de bulbo seco - temperatura de bulbo húmedo = depresión de bulbo húmedo

100 - 75 = 25

La depresión de bulbo húmedo es 25 grados. El enfriador por evaporación alcanza como un 80 por ciento de esta cifra. Para hallar el posible descenso de la temperatura, multiplique la depresión de bulbo húmedo por 80 por ciento ó .8, de este modo:

Depresión de bulbo húmedo x .8 = descenso de la temperatura

25 x .8 = 20

El descenso de la temperatura será como de 20 grados. Para hallar la temperatura resultante, réstele esta cifra a la temperatura de bulbo seco del exterior, de este modo:

100 - 20 = 80

La temperatura del aire que salga del enfriador por evaporación será como de 80 grados.

Hay muchos climas en los que la humedad relativa promedio es baja. Son excelentes lugares para los enfriadores por evaporación. Los dueños se beneficiarían con los menores costos de enfriamiento y

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V *si considera verdadera la afirmación, o la letra* F *si la considera falsa.*

1. Los enfriadores por evaporación dependen de la temperatura del aire interior.	F	V
2. La depresión de bulbo húmedo es la diferencia entre las temperaturas de bulbo seco y de bulbo húmedo.	F	V
3. El método del 80 por ciento ayuda a poner en perspectiva los enfriadores por evaporación.	F	V
4. Los enfriadores por evaporación deben proporcionar comodidad 10% del tiempo y alivio del calor el otro 90%.	F	V
5. Los días demasiado calurosos o demasiado húmedos limitan los efectos del enfriamiento por evaporación.	F	V

Respuestas

1. F (Dependen de la humedad relativa del aire del exterior.) 2. V 3. V 4. F (Deben proporcionar comodidad el 90% y alivio del calor 10%) 5. V

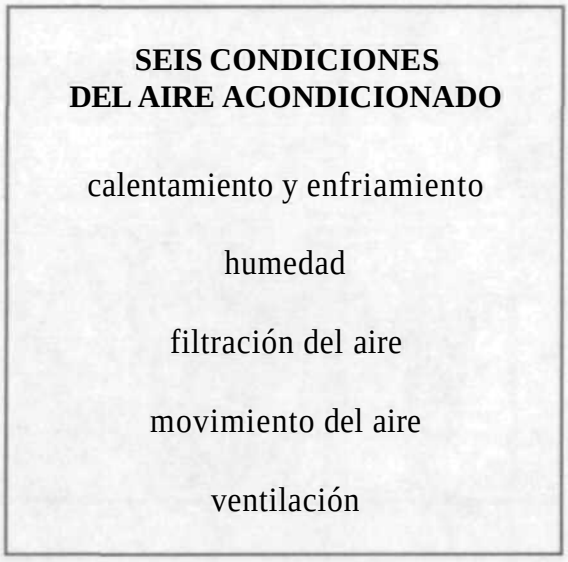


Figura 57-10. Seis condiciones del aire acondicionado.

se sentirían cómodos casi todo el tiempo. También hay muchos climas en los que la humedad relativa es bastante alta. Los menores costos podrían ser atractivos; pero, en cuanto al enfriamiento, los beneficios no serían muy grandes. Mediante estas fórmulas, se puede determinar si un enfriador por evaporación es o no la elección apropiada.

Los lugares más apropiados para los enfriadores por evaporación son aquellas regiones en la que la temperatura resultante del aire quedará entre 70 y 80 °F. Las temperaturas menores de 70 grados también son aceptables, pero las mayores de 80 grados tal vez no compensen suficientemente los ahorros en gastos.

Por último, es importante recordar que la humedad nunca es constante. Es variable. En muchos lugares, la humedad relativa promedio es baja. Son magníficos lugares para tener un enfriador por evaporación. Siempre habrá días en los que la humedad relativa ascenderá por encima de lo normal. Cuando esto suceda, la depresión de bulbo húmedo será baja, y el enfriador no enfriará tanto como de costumbre. Cuando la humedad es alta, es posible que la gente sienta que sus enfriadores no están trabajando correctamente. Si usted entiende el método del 80 por ciento, sabrá que la gente está equivocada, y podrá decirle a sus clientes que se trata de un problema temporal. Desaparecerá tan pronto como la humedad relativa se normalice. Entonces, el enfriador volverá a su nivel normal de enfriamiento.

Estas son las reglas básicas para que los enfriadores por evaporación funcionen satisfactoriamente. Cuando se cumplen debidamente, el enfriador funciona bien, siempre y cuando el tiempo colabore. Los días demasiado calurosos o demasiado húmedos limitan los efectos del enfriamiento por evaporación.

Hay una frase acerca de los enfriadores por evaporación que resume sus cualidades. Dice así:

Los enfriadores por evaporación deben proporcionar confort 90 por ciento del tiempo, y alivio del calor el otro 10 por ciento. Si el enfriador cumple esta regla, está desempeñando su papel de modo insuperable.

El aire acondicionado

La temperatura y la humedad, así como el polvo y el flujo del aire, nos afectan a todos. Los días calurosos nos pueden hacer soñar con el invierno, los días fríos nos pueden hacer añorar el calor. La humedad alta hace que la ropa se nos pegue al cuerpo, y la humedad baja que sintamos la lengua como si fuera de estropajo. El aire polvoso y cargado es... bueno, simplemente polvoso y cargado. El polvo nos provoca tos, y el aire cargado nos hace sentir encerrados.

La comodidad es el objeto del acondicionamiento del aire. En el invierno necesitamos calor y en el verano frío. Además, queremos aire limpio. El polvo, el polen y otras impurezas afectan a nuestros cuer-

pos. Los aparatos de aire acondicionado filtran y eliminan esas impurezas. También necesitamos aire fresco que respirar.

Existen seis aspectos del aire con los que se enfrentan todos los acondicionadores de aire. En esta sección, veremos la manera en que los enfriadores por evaporación manejan esas condiciones del aire acondicionado. En la Figura 57-10 se enumeran las seis propiedades del aire que todos los sistemas de acondicionamiento del aire tiene que afrontar.

El calentamiento y el enfriamiento

La idea del acondicionamiento del aire comenzó con la temperatura. La gente tenía mucho calor, por lo que decidió hacer algo para remediarlo. ¿Se acuerda de los egipcios de la antigüedad y de sus esteras de hierbas mojadas? Pues eran una forma de enfriamiento por evaporación. Era un poco primitiva, pero hasta la fecha los enfriadores por evaporación enfrían de la misma manera.

Diversos estudios han indicado que las personas están más cómodas cuando la temperatura es de algo más de 70 °F (21.1 °C).

No obstante, todos somos diferentes. Hay quienes prefieren las temperaturas un poco más frías y quienes las prefieren un poco más cálidas. Para nuestros fines, consideraremos que una temperatura cómoda es de algo más de 70 °F.

Al cuerpo tampoco le agradan los cambios bruscos de temperatura. Le resulta pesado ir de un sitio caliente a otro en que hace frío. Lo mismo es cierto en el caso contrario. Nunca es bueno, como se hace algunas veces durante el verano, que el interior esté mucho más frío que el exterior. Por lo general, lo máximo aceptable es un descenso de 20 grados. Cuando en el exterior la temperatura es de 100 °F (37.7 °C) el entrar a una habitación que

Figura 57-11. El movimiento del aire cambia la temperatura efectiva.

tiene 70 °F (21.1 °C) puede ser un choque para el cuerpo.

Los enfriadores por evaporación rara vez producen un gran descenso de temperatura. ¿Por qué? Porque en su caso, el descenso de la temperatura depende del aire exterior. La temperatura y la humedad relativa del aire exterior determinarán la cantidad de enfriamiento que se produce.

Un enfriador por evaporación nunca puede enfriar el aire por debajo de la temperatura de bulbo húmedo que hay en el exterior. Sólo puede aproximarse a ella. El descenso de la temperatura es como un 80 por ciento de la depresión de bulbo húmedo. Como hemos visto, la depresión de bulbo húmedo es la diferencia entre la temperatura de bulbo seco y la temperatura de bulbo húmedo. En la sección anterior, vimos la forma de averiguar la temperatura resultante en un día determinado. Lo único que se necesita para ello, es restarle a la temperatura de bulbo seco del exterior el 80 por ciento de la depresión de bulbo húmedo.

Los enfriadores por evaporación se utilizan en muchas regiones en las que casi todo el tiempo estos aparatos pueden ha-

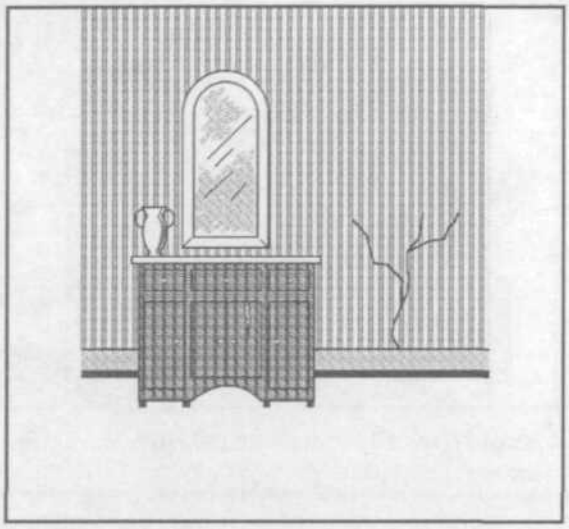


Figura 57-12. Sin un poco de humedad, la madera se seca y el yeso de las paredes se raja.

cer descender la temperatura hasta los 70 -F (21 ^{Q}C). Siempre habrá días en los que la humedad exterior sea alta. Esos días, el descenso de la temperatura interior es pequeño. Habrá otros en los que la humedad exterior sea baja. Entonces, el descenso de la temperatura interior será grande. El enfriador por evaporación no puede hacer gran cosa cuando tanto la temperatura como la humedad son altas. Hay una manera de enfrentarse a esos días en que la humedad relativa es baja. En tales días, un enfriador por evaporación podría enfriar demasiado el edificio. Esto ocurre raramente, pero sí ocurre, hay maneras de controlar el enfriamiento.

En algunos casos, se usan termostatos. Estos apagan el sistema cuando el interior se enfría demasiado. Sin embargo, no es recomendable usar termostatos. Recuerde que las ventanas y las puertas se mantienen abiertas para que el aire pueda escapar. Si se apaga el enfriador, el aire deja de salir por las ventanas y las puertas. El aire caliente se introduce nuevamente en el edificio y entonces el termostato vuelve a poner el sistema en funcionamiento. La mejor manera de ajustar el enfriamiento es ajustar la velocidad del flujo del aire.

La velocidad a que se mueve el aire tiene un efecto interesante sobre los enfriadores por evaporación. Cambia la temperatura efectiva de la habitación. Después trataremos acerca de esto más ampliamente. Por ahora, piense en el llamado factor viento-frío del que tanto se habla durante el invierno. Cuanto más rápida es la velocidad del aire, tanto más fría resulta la temperatura para nuestro cuerpo. Si el flujo del aire se reduce, la temperatura efectiva será más alta. Nos parecerá que hace más calor.

Los motores de varias velocidades son una mejor alternativa que los termostatos. Los de dos velocidades son de uso común para los enfriadores por evaporación. Algunos enfriadores tienen motores de hasta cinco velocidades. Cuando se reduce el flujo del aire, el enfriamiento efectivo disminuye. La temperatura del aire que sale del enfriador será la misma, pero no así el tiempo para el cambio de aire. Cuanto más despacio se mueva el aire, tanto más caliente lo sentirá nuestro cuerpo.

La humedad

El contenido de humedad en el aire puede tener un efecto extraordinario sobre la manera en que las personas se sienten. Es más fácil soportar una temperatura de 90 ^{Q}F (32.2 ^{Q}C) si la humedad es cero, que los mismos 90 cuando la humedad es del 100 por ciento. ¿Por qué la sentimos distinta? La humedad se evapora de nuestra piel en forma constante. Esto ocurre durante el verano, para ayudar a que el cuerpo se enfríe. ¡El cuerpo también sabe algo acerca del enfriamiento por evaporación!. Cuando la humedad del aire es alta, nuestra piel no puede evaporar humedad con la misma eficiencia. Entonces, nuestro cuerpo pierde los beneficios del enfriamiento por evaporación. No se puede deshacer de su propio calor, por lo que el aire circundante nos parece más caliente.

También se siente más incómodo y desagradable. La ropa se nos pega al cuerpo como si tuviera cola.

Durante el invierno, el aire se vuelve bastante seco. Tiene tan poca humedad que se nos parten los labios y se nos reseca la piel. Necesitamos que el aire tenga siempre alguna humedad. Incluso las casas necesitan algo de humedad. Sin ella, los pegamentos se secan y los muebles se rompen, la madera puede encogerse y la pintura resquebrajarse. Si la humedad es muy baja, hasta el yeso de las paredes se raja. El aire debe tener siempre algo de humedad. Ayuda a equilibrar las cosas. Protege nuestras pertenencias, y no permite que se nos partan los labios.

Casi todas las tablas de temperaturas efectivas de comodidad (o tablas de confort) indican que la gente se siente a gusto en una amplia gama de humedad. Esta gama abarca humedades relativas de entre 30 y 70 por ciento. El que un determinado nivel de humedad nos resulte cómodo, depende de dos factores. Estos son la temperatura y la velocidad del aire.

La humedad se hace más insoportable conforme aumenta la temperatura. Debido al aumento, las glándulas sudoríparas incrementan su actividad para enfriar el cuerpo. La humedad de nuestro cuerpo compite con la humedad ya presente en el aire. La transpiración necesita espacio en el que evaporarse. En cierto sentido, los días bochornosos son aquellos en los que la humedad es demasiado alta para nuestro cuerpo a una determinada temperatura. El cuerpo no puede enfriarse por sí mismo con la transpiración y la evaporación. Cuando la temperatura es bastante fresca, el cuerpo no necesita de la evaporación para refrescarse. Debido a ello, cuando la temperatura es baja podemos tolerar una humedad más alta.

La velocidad del aire puede contribuir a que la humedad sea más tolerable. El

Figura 57-13. El movimiento del aire contribuye a enfriar nuestro cuerpo.

aire que nos recorre la piel nos ayuda a eliminar la humedad del cuerpo. Esta es la razón de que los ventiladores nos sean útiles. Es posible que el aire tenga la misma temperatura que el resto del aire a nuestro alrededor, pero el movimiento lo ayuda a llevarse de la piel el calor producido por nuestro cuerpo. Esto se conoce como convección.

Si el movimiento del aire aumenta, la evaporación de la piel aumenta también. La evaporación se acelerará. Además, el movimiento traerá consigo un aire diferente en el que la humedad podría evaporarse. Así, el movimiento del aire hace posible que toleremos humedades más altas.

La buena suerte nos abandona cuando el aire está saturado de todo el vapor de agua que puede contener. No hay lugar para la evaporación de la humedad de nuestra piel. La convección por el movimiento del aire no ayudará gran cosa.

Tal vez parezca que esto se contrapone a la meta ideal de los enfriadores por evaporación. Ya hemos visto de qué manera los enfriadores por evaporación intentan saturar el aire de vapor de agua. Afortunadamente, de acuerdo con el método del 80 por ciento, sabernos que los enfriadores no son perfectos. Siempre habrá algún espacio para que nuestros cuerpos evaporen la humedad necesaria. También los enfria-

dores por evaporación utilizan grandes cantidades de aire en movimiento. Tanto el movimiento como la temperatura del aire, más baja, contribuyen a contrarrestar los efectos de una humedad más alta.

La filtración del aire

El aire lleva consigo polvo, humo, smog y otras partículas que es necesario filtrar. Sin ellos, el aire es mucho más saludable. La mayoría de los enfriadores por refrigeración usan algún tipo de dispositivo para filtrar. Los enfriadores por evaporación tienen un filtro que es parte integral de su funcionamiento.

Muchos contaminantes son solubles en el agua. EL agua los absorbe y los extrae del aire. Es por esto que los cojines de evaporación de los enfriadores funcionan como un filtro de aire. A medida que el aire pasa por el filtro, se le extraen el polvo, el polen, el humo y otros contaminantes. Se quedarán pegados en los cojines; o si no, el agua de éstos los arrastrará hasta el tanque de almacenamiento. Cuando salga por el otro lado del cojín, el aire estará limpio y fresco.

Esta actividad filtrante de los cojines de evaporación tiene sus desventajas, pues con el tiempo los contaminantes los ensuciarán. El agua de sumidero también se ensuciará con las partículas que acumula. Es aconsejable que se limpien los cojines periódicamente. El clima del lugar será el factor determinante de la frecuencia con la que se debería llevar a cabo este mantenimiento regular. Es posible que en las zonas industriales se necesite limpiarlos con frecuencia. Cuando lave los cojines vacíe también el agua de sumidero, en la que se habrán acumulado muchos contaminantes y suciedad. El vaciado periódico contribuirá a prolongar la vida de los cojines de evaporación.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones:

1. Un enfriador por evaporación nunca puede enfriar el aire por abajo de la temperatura de_____que hay en el exterior.
2. La mejor manera de ajustar el enfriamiento, es ajustar la velocidad de_____.
3. Cuando el movimiento del aire_____, la evaporación de la piel aumenta.
4. Los enfriadores por evaporación tienen un_____que es parte integral de su funcionamiento.
5. Según sean el lugar y el clima en los que se encuentre el_____por evaporación, será el movimiento de aire que necesitará.

Respuestas

1. bulbo húmedo 2. flujo del aire 3. aumenta 4. filtro 5. enfriador

El movimiento del aire

El movimiento del aire es una parte importante de todos los sistemas de enfriamiento. Cuando el movimiento del aire es escaso, nos sentimos encerrados. El aire se pone cargado, y el oxígeno de la habitación no está tan fresco como quisiéramos. El movimiento del aire es importante por la sencilla razón de que mantiene fresco el aire a nuestro alrededor. Los enfriadores por evaporación utilizan el movimiento del aire con ese objeto. Y también para mejorar el enfriamiento efectivo.

El movimiento del aire contribuye a enfriar nuestro cuerpo de dos maneras. En primer lugar, acelera la evaporación. La transpiración se evapora más rápidamente cuando hay una brisa que se lleva la humedad. El movimiento del aire ayuda también a la convección. El cuerpo despide calor. El movimiento del aire se lleva el calor. Esto es la convección.

Cuando la transpiración corporal se evapora más rápidamente, las personas se sienten más frescas de lo que en realidad están. Esto se debe al enfriamiento por convección. Una temperatura de 90 -*F* (32.2 ^{Q}C) se siente menos caliente, cuando hay una brisa ligera, que otra de 90 grados pero sin viento. Esto es lo que se quiere decir cuando se habla de mejorar el enfriamiento efectivo. La convección y la rápida evaporación de la transpiración ayudan al cuerpo para que se sienta más fresco que la temperatura del momento.

Los enfriadores por evaporación dependen del movimiento del aire. Los enfriadores elevan la humedad a altos niveles. Siempre hay un poco de espacio para una mayor evaporación, pero no mucho. Nuestros cuerpos necesitarán un constante abastecimiento de aire fresco en el cual evaporar la transpiración. El enfriamiento por convección producido por el movimiento del aire también contribuye a reducir la temperatura efectiva. La temperatura efectiva es el control principal de los enfriadores por evaporación. Se puede modificar cambiando la velocidad del ventilador soplador. Cuando la velocidad del soplador disminuye, la evaporación y la convección del calor corporal se reducen. El cuerpo siente más calor. Si se aumenta la velocidad, la evaporación y la convección se aceleran. Nos sentimos más frescos, porque el cuerpo se deshace de más calor.

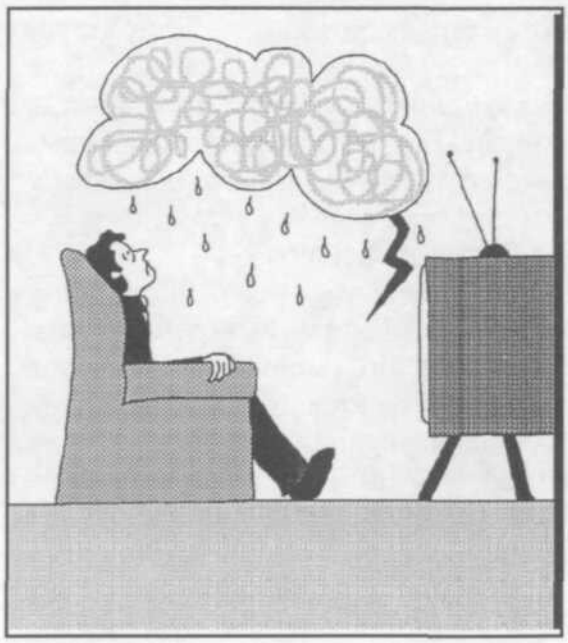


Figura 57-14. Como decíamos, la ventilación es una prioridad máxima en el enfriamiento por evaporación.

Según sean el lugar y el clima en los que se encuentre el enfriador por evaporación, así será el movimiento de aire que necesitará. En las regiones calientes y húmedas, el cambio de aire debe ser más rápido que en los climas más fríos y secos. El método de cambio de aire se usa para igualar el movimiento del aire en un área particular.

La ventilación

La ventilación es la última de las condiciones del aire, y es una parte importante del enfriamiento por evaporación. Sin ella, los

enfriadores por evaporación harían que la gente se sintiera muy incómoda. Los componentes de una buena ventilación son dos: (1) un abastecimiento permanente de aire fresco para la unidad enfriadora, y (2) una corriente de aire que escape del edificio de manera permanente.

Los enfriadores por evaporación necesitan ser abastecidos de aire fresco. La unidad enfriadora debe tener mucho espacio alrededor, para que pueda tomar aire del exterior. Nunca debe estar cerca de un ventilador de evacuación. El aire de escape puede encontrarse más húmedo y caliente que el aire fresco del exterior. Esto sería contrario al objeto del enfriador.

Los ductos que salgan del enfriador por evaporación deben ser sencillos. El calor que absorbe el aire durante su viaje por la red de ductos puede contrarrestar el enfriamiento producido por el enfriador. Recuerde que en los días húmedos el descenso de la temperatura tal vez sea bastante pequeño. Y este enfriamiento se podría perder si el aire tuviera que recorrer unos ductos instalados en el techo. Si son muchas las habitaciones que se deben enfriar, quizá fuera mejor instalar varios enfriadores. Así se evitarían problemas con las complicadas redes de ductos.

El aire debe fluir, a través del edificio, suave y totalmente. Al entrar en una habitación, debe cubrir la totalidad del espacio. En el caso de unidades que se instalan en las paredes o ventanas, se deben mantener abiertas las puertas y ventanas del lado opuesto de la habitación. Cuando se utilizan ductos en los techos, se pueden abrir las ventanas y las puertas de todos los lados. Las rejillas y las placas deflectoras ayudan a encauzar el flujo del aire en todas direcciones.

El aspecto más importante de la buena ventilación es que, después de entrar en una habitación, el aire salga de ella. Cuando el aire no sale del espacio, la humedad se acumula. Entonces, la habitación no se ventilará bien y las personas se sentirán incómodas y molestas. (Además, eso de que en un edificio haya nubes que amenacen llover no está bien visto por la gente.)

Resumen

Al terminar esta lección, ya conocerá usted en detalle las ventajas y desventajas de los enfriadores por evaporación. Sabrá también que funcionan más satisfactoriamente cuando se tienen en cuenta cuatro reglas básicas para su adecuado funcionamiento:

- Instalar un enfriador de tamaño apropiado
- Suministrar al enfriador aire fresco del exterior
- Descargar el aire
- Comprender las limitaciones del sistema

Si no se puede encontrar un enfriador del tamaño apropiado, es mejor instalar uno de tamaño un poco más grande. Las tablas de clasificaciones por tamaño, producidas por los fabricantes, sirven para facilitar la adecuación de un enfriador al trabajo al que se le destina. Cuando no se dispone de una tabla de clasificaciones por tamaño, se puede emplear el método de cambio de aire.

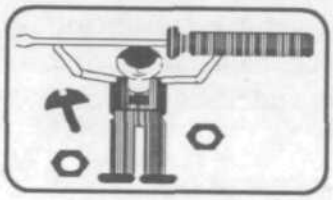
Existen seis condiciones del aire acondicionado que tiene que afrontar casi cualquier enfriador. Estas condiciones son:

- el calentamiento
- el enfriamiento
- la humedad
- la filtración de aire

- el movimiento del aire
- la ventilación

Los enfriadores por evaporación tratan cinco de las seis condiciones, pero tienen algunas limitaciones. No pueden hacer casi nada cuando los días son cálidos y muy húmedos. El método del 80 por ciento es útil para calcular los efectos que tendrá un enfriador por evaporación en un día determinado.

Los enfriadores por evaporación se han ganado un sitio permanente en el mundo actual. Su costo y su operación son económicos; además, duran mucho tiempo. Se les ve en los lugares más inesperados. Quizá sea, precisamente, lo que los clientes de usted escojan como su sistema de enfriamiento para el próximo verano.



Tareas prácticas

Identificación de las propiedades del aire

Materiales que usted necesitará

- Sus notas de esta tarea práctica
- Papel y lápiz

Información previa

El cuerpo humano es un aparato generador de calor. Su temperatura normal es de 37 °C (98.6 °F). El cuerpo puede regular o controlar esta condición con cuatro métodos: convección, radiación, conducción y evaporación. Cuando está en un cuarto donde el calor es muy intenso (pero menos de 37 °C), transferirá calor al aire que pasa sobre la piel por convección. Simultáneamente, cede calor por conducción a la ropa, cama o a lo que esté en contacto con la piel. El cuerpo también es sensible a impurezas como el polvo, el humo, el polen, etc., las cuales producen irritación en la nariz, pulmones y ojos. Esto indica la necesidad de limpiar el aire.

Por último, el cuerpo requiere "aire fresco" para renovar su suministro de oxígeno o diluir olores indeseables.

Lo que usted deberá hacer

Verificará la existencia de las condiciones de confort en un espacio que posea aire acondicionado.

Procedimiento

1. Localice en su lugar de residencia alguna instalación que cuente con equipo de aire acondicionado. Puede ser un cine, un banco, un hospital o una oficina.

2. Solicite permiso para hacer unas pruebas técnicas que no le llevarán más de 15 minutos.

3. Con un termómetro ordinario (termómetro de bulbo seco), verifique la temperatura del ambiente exterior y anótela en un papel. Repita el procedimiento en el ambiente interior. Ahora obtenga la diferencia de temperaturas.

4. Manténgase unos minutos en el exterior y observe la sensación de pegajosidad en su cuerpo. Introdúzcase en el lugar acondicionado y, después de algunos minutos, fíjese cómo desaparece esta sensación. Esto se debe al contenido de humedad en el aire del espacio interior.

5. Ahora dirija su mirada hacia la salida de los difusores de aire, los cuales algunas veces tienen colocados tiras de papel plástico de diferentes colores, y vea cómo se mueven indicando la entrada de aire al recinto. Si los difusores no cuentan con estas tiras, entonces usted recorte una y, parándose debajo de un difusor, expónga-la al flujo de aire y observe su movimiento. Le indica el movimiento del aire en el interior (circulación).

6. Finalmente, respire profundamente y sienta la frescura y limpieza del aire en el interior. Esto se debe a la adecuada filtración del equipo de aire acondicionado.

Conclusiones

El aire acondicionado puede contribuir a mejorar la salud como un resultado de controlar la temperatura, la humedad, la limpieza, la ventilación y el movimiento del aire. Por ejemplo, puede ayudar a eliminar erupciones debidas al calor, principalmente en infantes. Algunos médicos creen que el aire acondicionado puede proveer un medio ambiente mejor para personas con enfermedades cardiacas. Por ello los doctores recomiendan a veces aire acondicionado a sus pacientes.

– y después, ¿qué sigue?

¿Cómo se clasifican las partículas sólidas suspendidas en el aire? ¿Cuáles son los tipos principales de limpiadores de aire secos? ¿Qué tipos de fusibles hay? ¿Cuáles son los tubos más usados en la industria de REAC? ¿Qué son las herramientas de trazo? ¿Para qué sirve la plegadora de trinquete? ¿Qué es una cortadora de cuadratura? ¿Cómo deben colocarse los ductos de enfriamiento para evitar corrientes? ¿Qué es un regulador de tiro?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* **Escoja una sola respuesta para cada pregunta.** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. En los climas secos, donde la humedad relativa es baja, el ciclo refrescante puede durar hasta:
a. cinco minutos.
b. dos minutos.
c. tres minutos.
d. diez minutos.

2. En un sistema por evaporación, cuando se dispone de una tabla de clasificaciones por tamaño, se puede usar el método de:
a. aire lavado.
b. compresión.
c. evaporación.
d. cambio de aire.

3. El volumen es la cantidad de aire que el enfriador debe mover a través de:
a. el espacio de enfriamiento.
b. el evaporador.
c. el condensador.
d. el difusor.

4. La tablas de clasificaciones por tamaños producidas por los fabricantes, y el método de cambio de aire, son dos maneras de determinar el tamaño apropiado de un:
a. condensador.
b. compresor.
c. enfriador por evaporación.
d. ventilador.

Recorte aquí el talón de respuesta y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de lección L457

5. El enfriador por evaporación debe reemplazar todo el aire durante su ciclo de:

a. compresión.
b. enfriamiento.
c. cambio de aire.
d. evaporación.

6. El enfriador típico por evaporación funciona con una eficiencia de alrededor de:

a. 70%
b. 80%
c. 90%
d. 100%

7. El enfriador por refrigeración enfría el aire de acuerdo con cualquier temperatura que se fije en:

a. el condensador.
b. la válvula de expansión.
c. el evaporador.
d. el termostato.

8. El número de aspectos que debe cumplir un acondicionador de aire son:

a. cuatro.
b. cinco.
c. seis.
d. siete.

9. La mejor manera de ajustar el enfriamiento es ajustar la velocidad del:

a. flujo de aire.
b. ventilador.
c. difusor.
d. motor.

10. Los enfriadores por evaporación dependen del movimiento del:

a. ventilador.
b. aire.
c. difusor.
d. motor.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. Sistemas de aire acondicionado residenciales....4
3. Elección del tamaño correcto de alambre y de fusible o cortacircuito....9
4. Lámina metálica e instalación....14
5. Herramientas de mano para lámina metálica....17
6. Máquinas para procesar lámina metálica....19
7. Selección de un sistema de REAC....22
8. Selección de ductos de tamaño adecuado....24
9. Resumen....26
10. Tareas prácticas....28
11. Examen..., ...31

Instalación de sistemas de enfriamiento

L458 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Sistemas de aire acondicionado residenciales, 4
- Distribución de aire frío, 4
- Equipo de filtrado y limpieza, 5
- Deshumidificación,5
- Sistema de enfriamiento, 5
- Control de aire frío, 7

Elección del tamaño correcto de alambre y de fusible o cortacircuito, 9

Lámina metálica e instalación, 14

Herramientas de mano para lámina metálica, 17
- Herramientas de trazo, 17
- Herramientas de modelado, 18

Máquinas para procesar lámina metálica, 19
- Cortadora de cuadratura, 19
- Plegadora de flexión, 20
- Plegadora manual, 20
- Plegadora de cuadros y caras, 21
- Plegadora de trinquete, 21
- Formadora de rollos y formadora de abrazaderas, 21

Selección de un sistema de REAC, 22

Selección de ductos de tamaño adecuado, 24

Resumen, 26

Tareas prácticas
Recopilación de las normas eléctricas de su país, 28

Examen, 31

Introducción

Como usted sabe, el acondicionamiento de aire no sólo significa enfriar el aire. Significa que deben tomarse en consideración todas las propiedades del aire. Significa hacer circular, enfriar, calentar, humedecer, deshumedecer y limpiar el aire. La calefacción, o calentamiento del aire, comprende la circulación, el calentamiento, la humidificación y la limpieza del aire. El enfriamiento, que constituye el tema de este curso, implica la circulación, el enfriamiento, la deshumidificación y la limpieza del aire.

¿Cómo es de bueno un sistema de acondicionamiento de aire? En esta lección usted aprenderá a identificar la calidad de los sistemas residenciales de aire acondicionado.

Aquí sólo aludiremos de soslayo a los sistemas de calefacción, pues el tema estudiado es el de los sistemas de aire acondicionado para enfriamiento.

También conocerá cómo seleccionar los tamaños correctos de tubos y los tubos indicados para cada sistema analizado en esta lección. Aprenderá, asimismo, cuáles son las aplicaciones de la lámina metálica en la industria de REAC. Conocerá los tipos de herramientas que se utilizan y la medida correcta de lámina metálica que se debe usar en el diseño de ductos.

Cuando haya terminado de estudiar esta lección podrá evaluar un sistema residencial. Podrá, igualmente, seleccionar un sistema para una nueva residencia.

Definiciones y descripciones

Para cerciorarnos de que sabemos lo que estamos diciendo, comenzaremos nuevamente con definiciones y descripciones. El lector ya está familiarizado con algunos de estos términos. Otros le serán desconocidos y es posible que algunos de los ya conocidos se utilicen en nuevas formas. Lea todos los términos. Estas definiciones le ayudarán a comprender todo lo que resta de la lección.

AMPERAJE *(amperage).* Resistencia de una corriente eléctrica expresada en amperes.

AMPERE *(ampere).* Unidad de corriente eléctrica, también denominada amperio.

CORTACIRCUITO. *(circuit breaker).* Dispositivo de seguridad que abre automáticamente un circuito si éste se sobrecarga.

CUADRAR *(square).* Término utilizado a menudo cuando se trabaja con lámina metálica. Significa formar un ángulo recto con la lámina. Cuando se cuadra una lámina metálica, uno se asegura de que las esquinas formen ángulos rectos.

FUSIBLE *(fusé).* Es un dispositivo de seguridad. Interrumpe el circuito si éste se sobrecarga.

HERRAMIENTAS DE MODELADO *(formingtools).* Son herramientas para trabajar lámina metálica. Se utilizan para dar forma o modelar lámina metálica.

HERRAMIENTAS DE TRAZO *(layout tools).* Son herramientas para trabajar lámina metálica, y se utilizan para marcarla, medirla y cuadrarla.

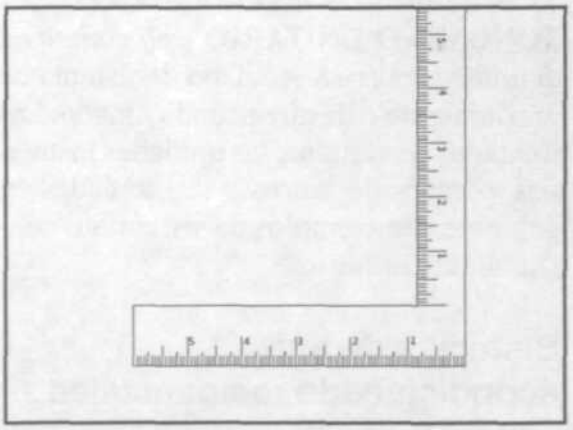


Fig. 58-1 Esta escuadra común se utiliza para hacer trazos en trabajos de lámina metálica.

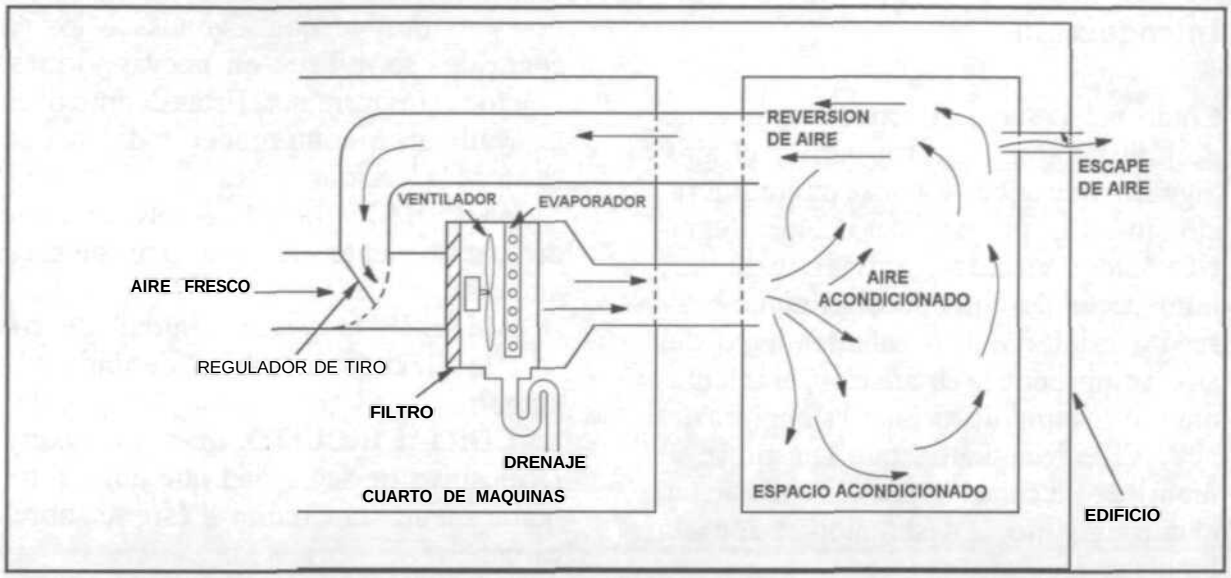


Fig. 58-2 Diagrama de una acondicionador que enfría, filtra y deshumidifica el aire.

HUMIDISTATO *(humidistat}.* Es un control eléctrico automático, y es sensible a la humedad que hay en el aire. Controla el sistema de humedad de un sistema de **REAC.**

LAMINA METÁLICA *(sheet metal).* Es un término de uso general y se refiere al metal que se forma en hojas o láminas. Este metal mide 1/8 de pulgada (0.31 cm) o menos de espesor.

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO A CONTROL REMOTO *(remote cooling system).* Tipo de sistema de enfriamiento que se controla a distancia.

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO AUTÓNOMO O UNITARIO *(self-contained or unit cooling system).* Tipo de sistema de enfriamiento o de aire acondicionado. Las unidades de ventana, las unidades instaladas a través de muros y las unidades en gabinete son ejemplos de sistemas de enfriamiento unitarios.

Sistemas de aire acondicionado residenciales

La mayoría de las personas suponen que acondicionar el aire significa simple y llanamente enfriarlo. Sin embargo, el lector sabe que hay mucho más detrás de esta definición. Sabe que implica hacer circular, enfriar, calentar, humedecer, deshumedecer y limpiar el aire.

Entre los sistemas de aire acondicionado para enfriamiento se cuentan los siguientes:

- distribución de aire frío
- equipo de filtrado y limpieza
- equipo de deshumidificación
- sistema de enfriamiento
- control de aire frío

Cada uno de estos sistemas es fundamental para la calidad de un sistema de aire acondicionado residencial.

Distribución de aire frío

La circulación difiere ligeramente en los sistemas que sólo enfrían y loq que también calientan el aire. Los sistemas que generan enfriamiento y también calentamiento necesitan desplazar una mayor cantidad de aire. Esto se debe a que un pie cúbico de aire frío no cambiará la tempe-

ratura de una habitación como la misma cantidad de aire caliente. El aire caliente es mucho más caliente que el aire al que sustituye. El aire frío es sólo ligeramente más frío que el reemplazado. Por lo tanto, se necesita más aire frío para hacer notar la diferencia.

Existen dos maneras de aumentar el flujo de aire en un sistema que enfría y que también calienta aire. Una de ellas consiste en utilizar un motor soplador de dos velocidades. Este método funciona con sopladores operados en forma directa. Durante la época de calor, debe utilizarse la velocidad baja. En la época de frío, debe usarse la velocidad alta. La segunda manera de lograrlo consiste en instalar una polea de dos velocidades en el motor si se emplea un motor con transmisión por banda.

Una vez más repetiremos que en una lección anterior se analizó ya a fondo el tema de la distribución de aire. Si el lector tiene alguna pregunta mientras estudia esta lección, le recomendamos que repase la otra lección aludida.

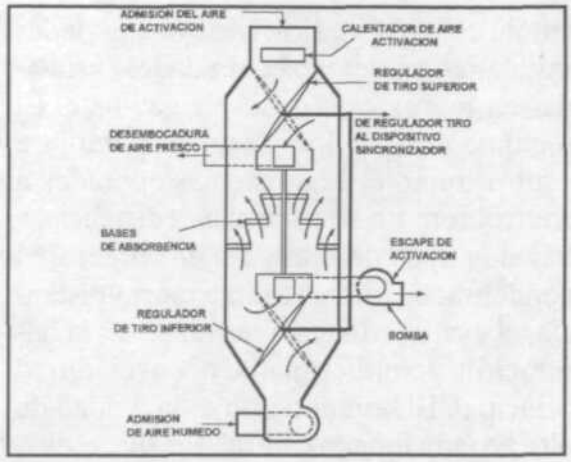
Equipo de filtrado y limpieza

La limpieza del aire no difiere de su enfriamiento o calentamiento.

Deshumidificación. Un sistema de enfriamiento hace bajar la temperatura del aire; pero aumenta su humedad relativa. Eso significa que aumenta la cantidad de humedad que tiene el aire a la temperatura más baja. Así que debe eliminarse parte de esa humedad para hacer que el aire resulte agradable a la persona.

Los deshumidificadores eliminan humedad del aire. Las dos formas principales de eliminar la humedad del aire son por enfriamiento y por absorción.

Un deshumidificador eléctrico funciona como cualquier sistema de enfriamiento. Se pasa aire por una bobina de enfriamiento y la humedad del aire se condensa en agua, la cual es desechada por un sistema de drenaje.



Fíg. 58-3 Seis capas de material absorbente deshumedecen el aire.

Los deshumidificadores del tipo de absorción extraen la humedad del aire con un material absorbente. Los elementos absorbentes son sustancias que tienen muchos poros diminutos, los cuales forman una gran superficie que puede alojar humedad. A estos elementos absorbentes se les denomina también deshidratantes o desecantes.

En estas lecciones el lector ha aprendido mucho acerca de deshidratantes. Recordará que "absorber" significa absorber sin modificar la materia que hace la absorción o la materia que es absorbida. Por ejemplo, una esponja absorbe agua sin que se presenten alteraciones en ninguno de los dos elementos.

Un tipo de deshumidificador absorbente recibe el nombre de base estacionaria. En realidad son seis bases o estratos de material absorbente. Mientras tres de estas bases absorben humedad del aire, las otras tres efectúan la deshidratación.

Sistema de enfriamiento

Los sistemas de enfriamiento pueden clasificarse en dos grupos principales. El primero de ellos es el de los sistemas

autónomos o unitarios. Incluyen unidades instaladas en ventanas, unidades instaladas en muros y unidades de gabinete. El segundo es el de los sistemas operados a control remoto. Los sistemas operados a control remoto se controlan a distancia, y hay dos tipos de ellos. En el primero, el condensador está situado a cierta distancia, el evaporador está instalado en la habitación acondicionada o en el ducto principal. El segundo tipo es la unidad de aire acondicionado central. En ella, el evaporador y el condensador están instalados a cierta distancia de la habitación que va a acondicionarse.

Unidades instaladas en ventanas y muros. Estos sistemas son muy populares, y su instalación es sencilla, ya que todas sus partes son accesibles. El lector observará que el condensador se encuentra en la sección del gabinete situada fuera del edificio. Un ventilador fuerza el aire exterior sobre el condensador. Otro ventilador, situado en la habitación, toma aire a través de un filtro y lo envía a través del evaporador.

Los acondicionadores de aire instalados en ventanas y muros existen en muchos tipos y tamaños. Un tipo de unidad enfriará y filtrará el aire y cuenta con una entrada de aire fresco. Otro tipo de unidad hará todo eso y además calentará el aire. Este utiliza un elemento de calentamiento con resistencia eléctrica. Un tercer tipo de acondicionador calienta y enfría aire, pero utiliza un sistema de ciclo invertido, o una bomba de calor.

Unidades de gabinete. Reciben este nombre porque todo el sistema está montado en un gabinete. Estas unidades se conocen también como acondicionadores de aire de consola y su potencia va de 2 a 10 HP. Se pueden utilizar en residencias y pequeñas empresas como bancos, restaurantes y almacenes pequeños. Pueden ser enfriados por aire o por agua. Si una de estas unidades es enfriada por aire, debe tener ductos de aire dirigidos hacia el exterior.

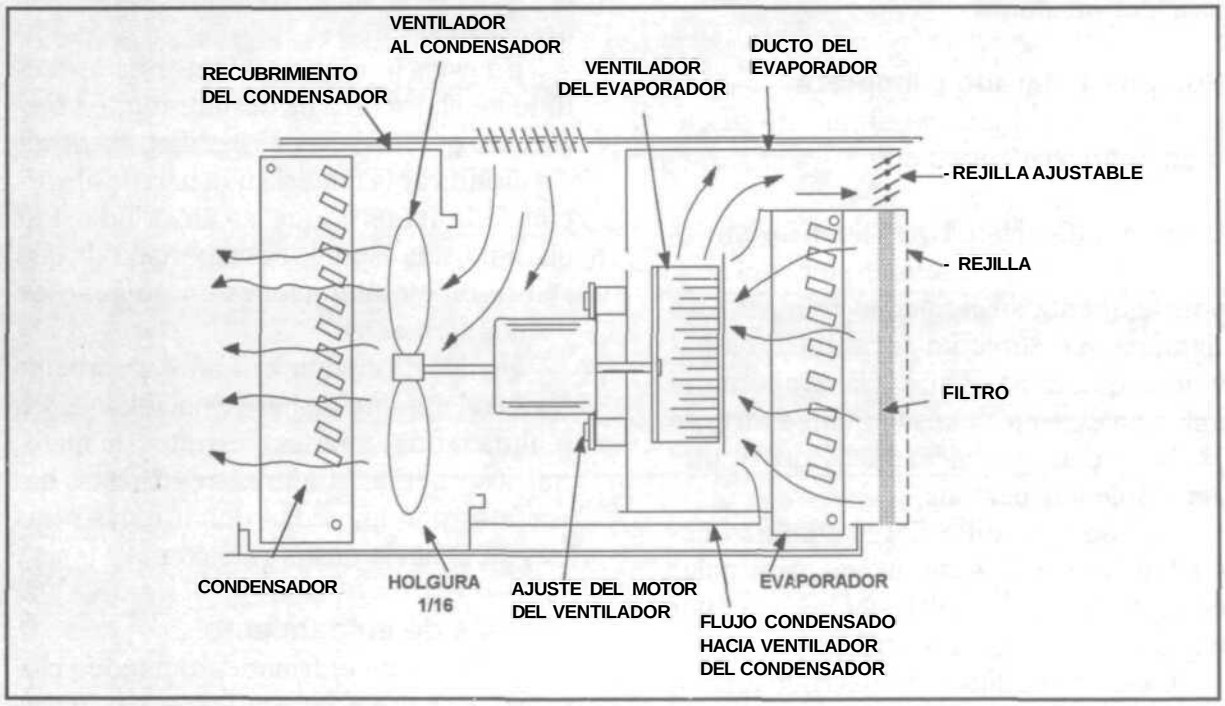


Fig. 58-4 El ventilador del condensador y el del evaporador pueden funcionar con el mismo motor en una unidad de enfriamiento instalada en una ventana o en un muro.

Las unidades enfriadas por agua deben tener conexiones sanitarias con una toma de agua corriente y con un sistema de drenaje.

Sistemas operados a control remoto. Los sistemas operados a control remoto se encuentran apartados del espacio que va a enfriarse. Llegan a pesar desde dos hasta varios miles de toneladas. Algunas unidades acondicionan aire que luego es puesto en circulación por ductos o tubos hacia espacios distantes o remotos. En esta lección analizaremos sistemas operados a control remoto que tanto calientan como enfrían el aire.

Control de aire frío

Los controles de enfriamiento son básicamente iguales a los de calentamiento, y son de tres tipos: controles de operación, controles primarios y controles de límite.

Controles de operación. Entre éstos se cuentan los termostatos y los humidistatos. El lector ya sabe lo que es un termostato. Los termostatos de los sistemas de enfriamiento son muy similares a los que se usan en sistemas de calefacción. Difieren en que los contactos se abren cuando la habitación se enfría y se cierran cuando ésta se calienta.

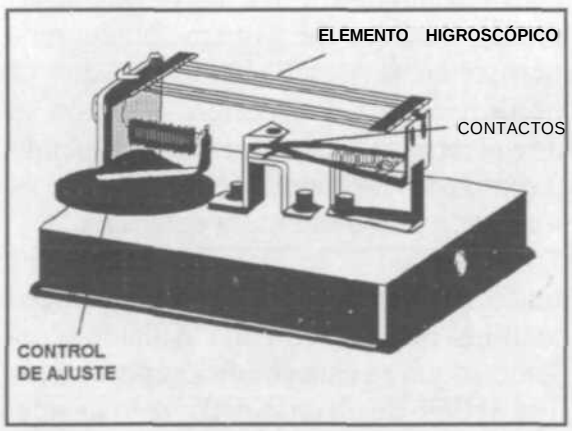


Fig. 58-5 Este humidistato utiliza un elemento capilar múltiple para controlar un sistema de humedad.

Los humidistatos controlan el sistema de humedad. Un humidistato responde a cambios en el nivel de humedad. Desactiva o activa un sistema de control. Un humidistato está compuesto de un control de ajuste, un elemento higroscópico y los contactos.

Se pueden utilizar muchos materiales para fabricar el elemento higroscópico. A continuación se mencionan algunos de ellos.

- sensores electrónicos de estado sólido
- cabello humano
- membranas
- cinta de nilón o nylon
- madera

Salvo en el caso de los sensores de estado sólido, estos materiales se dilatan a medida que aumenta el nivel de humedad en el aire. La resistencia eléctrica de los sensores de estado sólido cambia conforme varía el nivel de humedad en el aire. A medida que se dilata el material o que cambia el sensor, los contactos se abren o se cierran.

Controles primarios. Estos controles encienden y ponen en funcionamiento un sistema bajo el mando de controles de operación. Entre éstos se cuentan arrancadores de motores y relevadores de arranque o encendido. Un termostato de control de temperatura es una forma de encender y apagar el motor compresor. Es el método que se emplea con mayor frecuencia. La temperatura fría deseada se preestablece. Cuando la habitación alcanza esa temperatura, el control pone fuera de servicio el motor. La temperatura caliente deseada también se selecciona de antemano. Cuando la habitación alcanza

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo el término entre paréntesis que complete las siguientes afirmaciones.

1. Los sistemas que generan enfriamiento necesitan desplazar una cantidad de aire (menor, mayor).
2. Los sistemas de enfriamiento pueden clasificarse en sistemas operados a control remoto y sistemas (de absorción, unitarios).
3. Las unidades de gabinete se conocen también como unidades (de aire forzado, de consola).
4. Los controles de enfriamiento y los de calentamiento son básicamente (proporcionales, iguales).

Respuestas

1. mayor 2. unitarios 3. de consola 4. iguales

esa temperatura, el control pone en servicio el motor.

El tipo bimetálico de control del motor es el que se utiliza con mayor frecuencia en los acondicionadores de aire. Está compuesto de dos metales soldados uno al otro (uno de cobre y el otro de hierro). Cuando aumenta la temperatura, el cobre se dilata más que el hierro. Cuando la temperatura desciende, el cobre se contrae más que el hierro. Así que a medida que varía la temperatura, la barra se dobla y se endereza. Esta acción abre y cierra un interruptor. Ese interruptor controla el motor compresor.

Un relevador es también un dispositivo de control; es un tipo de interruptor. Algo lo activa: luego éste, a su vez, activa otro elemento. Los relevadores de alambre caliente y de estado sólido de corriente se utilizan con compresores herméticos. Los compresores herméticos son del tipo que se utiliza más a menudo en las instalaciones residenciales.

Los relevadores hacen que arranque el compresor, y se encuentran fuera de la unidad hermética. Se conectarán a, o se colocarán cerca de, las terminales del compresor. Ya los hemos estudiado a fondo en una lección anterior, pero haremos aquí un breve repaso del tema.

Un relevador de corriente es un dispositivo electromagnético. Cuando se cierra el termostato de control, los devanados o bobinas de arranque y operación del motor reciben corriente. Esto hace que el motor arranque y lo acelera. Cuando se abre el termostato de control, se suspende el suministro de energía al motor y éste va perdiendo velocidad hasta detenerse.

El relevador de alambre caliente es una forma de relevador de corriente; pero no utiliza un electroimán. Un alambre caliente adquiere esta condición porque resiste el flujo de electricidad que lo invade. Se utiliza con un termostato de control bimetálico. La corriente que fluye a través del alambre caliente eleva la temperatura

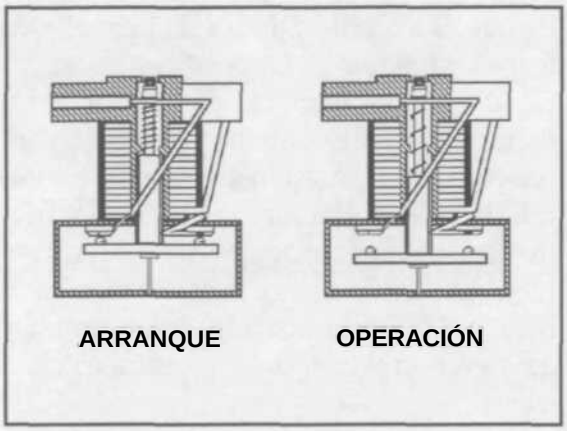


Fig. 58-6 Relevador de alambre caliente.
Posición de arranque *(A).*
Posición de operación *(B).*

del control bimetálico. Hay dos juegos de contactos en este tipo de sistema relevador. Uno hace que arranque el motor; el otro lo pone en operación directa. La Figura 58-6 muestra un relevador de alambre caliente en las posiciones de arranque y operación.

El relevador de estado sólido es un dispositivo de cerámica y se controla a sí mismo. Ahora le diremos cómo funciona. El relevador está instalado en el circuito del motor. El material cerámico está colocado entre la línea y la terminal de arranque. Cuando el compresor arranca, se transmite energía al motor y al relevador de arranque. Cuando pasa energía eléctrica a través del relevador, se caliente el material cerámico. Este resiste el flujo de corriente y desactiva el relevador de arranque.

Esta acción tarda alrededor de 0.35 segundos. El motor sigue operando hasta que se suspende el suministro de energía del circuito.

Controles de límite. Estos son cortacircuitos con sobrecarga, sobrecargas térmicas, sobrecargas internas del motor, controles de límite de presión del elemento refrigerante y controles de límite de la presión de aceite.

Dos controles del elemento refrigerante son la válvula de expansión termostática y el tubo capilar. El lector ya conoce bien estos controles. Son dispositivos de medición y miden la cantidad del elemento refrigerante que hay en el evaporador.

Casi todos los relevadores de arranque y motores tienen algún tipo de protección contra la sobrecarga, en caso de que llegue a presentarse un sobrevoltaje de corriente eléctrica. El tipo de sobrecarga más común es un control bimetálico, el cual se conecta en serie con la fuente de energía. Una unidad de calentamiento de resistencia está conectada también en serie a la fuente de suministro de energía, a un lado del control bimetálico. Esta unidad se calentará si el motor se sobrecarga. El control bimetálico reacciona al calor por flexión (doblándose), abriéndose los puntos situados en el extremo de la barra bimetálica. Después se detiene el motor y no vuelve a arrancar sino hasta que se enfría la barra metálica. La barra tampoco se enfría sino hasta que se enfría también la unidad de resistencia.

Los fusibles y cortacircuitos son dos tipos de protectores contra la sobrecarga. Los estudiaremos a continuación.

Elección del tamaño correcto de alambre y de fusible o cortacircuito

Existen dos factores que deben tomarse en cuenta al elegir tamaños de alambres. El primero es la limitación en la pérdida de voltaje. El segundo es el tamaño de alambre mínimo.

Asegúrese de no perder demasiado voltaje en la longitud de un alambre eléctrico. Si el dispositivo necesita 20 volts para operar, debe cerciorarse que el alambre transmita energía de alrededor de 20 volts. Por lo tanto, debe elegirse un tama-

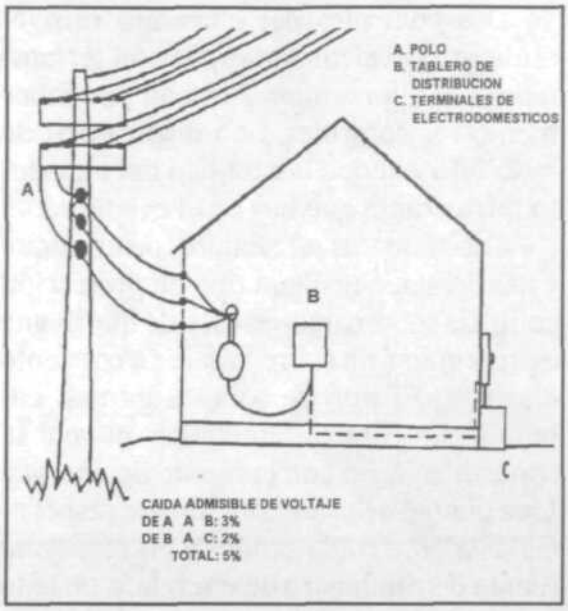


Fig. 58-7 Las líneas sólo pueden perder el 5% del voltaje total desde la fuente del polo eléctrico hasta un electrodoméstico.

ño de alambre de baja resistencia por pie de longitud. En esa forma puede estar seguro de que la pérdida lineal de todo el alambre no generará un bajo voltaje para el dispositivo.

La máxima caída de voltaje permitida del polo de la línea eléctrica principal a un tablero de distribución residencial es del 3%. Sólo se permite una reducción del 2% del tablero a un electrodoméstico.

Recomendamos al usuario que se apegue al Código Eléctrico Nacional o a uno local cuando elija tamaños de alambres. Debe recordar que el Código Nacional señala los tamaños mínimos requeridos. En el caso de cualquier instalación que consuma mucha corriente, es muy probable que se necesite aprobación local. A menudo la aprobación local es más estricta que el Código Nacional. Es responsabilidad del usuario indagar la existencia de códigos locales y apegarse a sus especificaciones.

Los códigos nacional y locales han establecido también tamaños mínimos de alambre. Han hecho esto para asegurarse de que el alambre no será dañado en dos formas principales. Los códigos se aseguran de que el alambre sea lo suficientemente resistente como para realizar la tarea para la cual ha sido elegido. Se aseguran de que el alambre sea lo suficientemente grueso como para no sobrecalentarse. Los códigos se cercioran de que el calor no dañe el aislante del alambre y ofrecen protección contra incendios eléctricos.

Tómese en cuenta el calor que se produce cuando circula corriente eléctrica por el alambre. A medida que aumenta la temperatura de un alambre, también lo hace su resistencia. Conforme aumenta la resistencia, disminuye más el voltaje. El calor también daña el aislante del alambre.

Un hecho que debe recordarse es que cuanto más grueso sea el alambre, tanta más corriente transportará sin pérdida de voltaje a todo lo largo del alambre. Todos los alambres tienen resistencia, la cual se mide en ohms por unidad de longitud del alambre. Cuanto más delgado es el alambre, tanto mayor es su resistencia. Conforme aumenta la resistencia, también lo hace el calentamiento del alambre; el calor reduce su resistencia.

El tamaño del alambre se indica por medio de un número de calibre. Cuanto mayor es este número, tanto más delgado es el alambre. El American Wire Gauge (AWG) es el estándar que se utiliza para medir el tamaño del alambre. Cada número de calibre tiene un valor de resistencia expresado en ohms por pie de longitud de alambre. Por ejemplo, el alambre de aluminio tiene mayor resistencia que el de cobre. Cuando el alambre de aluminio y el de cobre son del mismo tamaño, tienen el mismo número de calibre.

Sin embargo, el alambre de aluminio tiene 64% más resistencia que el de cobre.

VOLTAJE DE LINEA	POLO A TABLERO	TABLERO A APARATO	CAÍDA TOTAL	VOLTAJE EN APARATO
120	3.60	2.40	6.0	114.0
208	6.24	4.16	10.4	197.6
240	7.20	4.80	12.0	228.0
480	14.40	9.60	24.0	456.0

Fig. 58-8 Máximas caídas de voltaje permitidas.

Cuando se elige un tamaño de alambre, ¿qué necesita saberse? Bueno, antes que nada debe conocerse el voltaje al cual necesita operar el dispositivo. El voltaje al cual debe operar un motor u otro dispositivo aparece impreso en la placa del instrumento. Al nivel de voltaje indicado, el dispositivo operará a su máxima capacidad.

¿Qué sucede si el voltaje es inferior al requerido? En un nivel de voltaje inferior se puede obtener toda la potencia del dispositivo; pero éste no durará el tiempo debido. Esto sucede especialmente con los calefactores eléctricos. Si se utiliza un quemador de aceite, la aplicación de un voltaje inferior al requerido puede dar como resultado que no se produzca una chispa suficientemente intensa como para activar el quemador. Un voltaje insuficiente puede provocar un arranque lento y sobrecalentar el motor. Muchos casos de quemadura de motores compresores se deben a la aplicación de bajos voltajes.

Muchos dispositivos están diseñados para arrancar y operar en niveles de voltaje 10% superiores e inferiores al nivel recomendado. Si estos dispositivos operan constantemente, incluso a 10% por encima o por debajo del nivel de voltaje recomendado, seguramente resultarán afectados. Su capacidad, nivel de desempeño y duración en servicio disminuirán. Existen dispositivos que protegen a los motores eléctricos de bajos niveles de voltaje. A veces los técnicos utilizan relevadores que no cerrarán el circuito si el voltaje es demasiado bajo. Con mucha frecuencia, un nivel de voltaje 15% inferior al recomendado se considera demasiado bajo.

Los alambres que son demasiado finos de la fuente del polo eléctrico al compresor son la causa más común de la aplicación de bajo voltaje al compresor. La Figura 58-9 ilustra reducciones de voltaje admisibles.

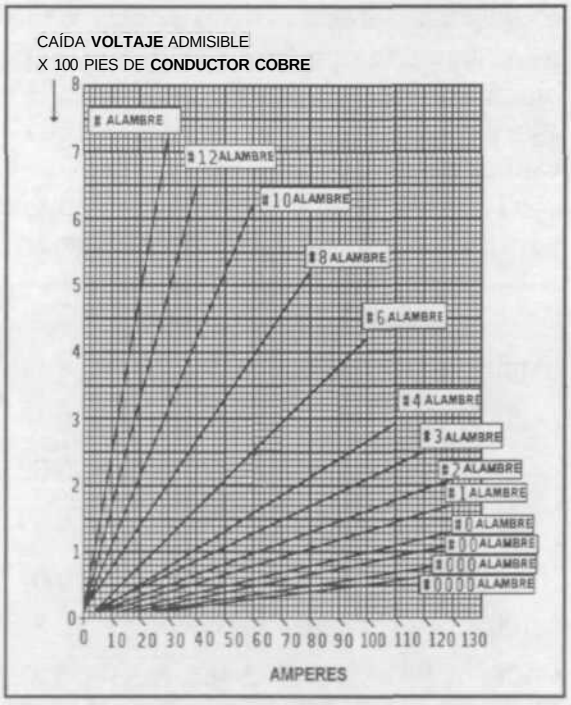


Fig. 58-9 Caída de voltaje por cada 100 pies de conductor de cobre.

Asegúrese de que sabe calcular la pérdida de voltaje. Tres factores la afectan: (1) la longitud del alambre, en pies, (2) el flujo de corriente, en amperes, y (3) la resistencia por pie de alambre, en ohms. Esta es la fórmula para calcular la caída del voltaje.

Caída de voltaje = amperes x ohms/pie x longitud del alambre

También se puede utilizar una tabla para calcular las caídas del voltaje. La Figura 58-10 muestra esta tabla de caída del voltaje por cada 100 pies de alambre de cobre.

Para interpretar este diagrama, el lector debe hacer coincidir el valor en amperes con el tamaño del alambre, y luego buscar en la columna de la izquierda. Eso le indicará la caída del voltaje. Por ejemplo, el valor en amperes es 80. La disminución admisible es 2.

Sígase el valor 80 hasta que se cruce con 2. Cuando el lector utilice el diagrama para seleccionar el tamaño del alambre, seleccione el número más próximo hacia abajo y a la derecha. Dicho de otra manera, si hay una opción entre dos tipos de alambre, debe elegir el más grande. En este caso, utilícese el alambre de cobre de calibre #3.

También se puede emplear una tabla para determinar el tamaño del alambre,

CALIBRE DEL ALAMBRE					
Amps	#10	#6	#3	#1	#00
20	2.04	0.82	0.41	0.26	0.16
40	4.08	1.64	0.82	0.52	0.32
60	6.12	2.46	1.23	0.77	0.49
80		3.28	1.64	1.03	0.65
100		4.10	2.05	1.29	0.81
120			2.46	1.55	0.97

Fig. 58-10 Tabla parcial de caída de voltaje en 100 pies de alambre.

pero antes deben seguirse estos pasos. Determínese el voltaje máximo en el tablero de distribución y después calcúlese la caída de voltaje admisible. Esta no debe ser mayor que el 2% del voltaje recomendado para ese artículo. Después calcúlese la longitud del alambre de alimentación y a continuación la caída permitida por cada 100 pies de alambre.

Ejemplo: El voltaje máximo en el tablero de distribución es 230 volts (.02 x 230 = 4.6), lo que significa que se puede tolerar una caída de 4.6 en el nivel de voltaje. La distancia que cubre el alambre es 115 pies, pero como debe extenderse de ida y vuelta, la longitud total del alambre es 230 pies. La reducción admisible por cada 100 pies de alambre será:

4.6 volts x 100 pies/230 pies = 2.0 volts por cada 100 pies.

Supongamos de nuevo que el valor en amperes es 80. Ahora se puede utilizar una tabla como la de la Figura 58-10 para determinar el tamaño de alambre que se requiere. O bien, se puede usar el diagrama que se mostró antes.

Si el alumno observa el diagrama partiendo del valor de 80 amperes, verá que una caída de 2.0 volts por 100 pies de alambre se sitúa entre los calibres #3 y #4. Deberá elegir siempre el calibre más grande; en este caso, #3.

Usted sabe que el voltaje bajo puede dañar los dispositivos eléctricos. Se utilizan relevadores para proteger estos dispositivos de voltajes demasiado bajos. También las sobrecargas pueden dañar los instrumentos eléctricos, por lo que los circuitos contienen siempre algún dispositivo que los desconectará en caso de que se presente una sobrecarga.

Existen muchas condiciones que pueden generar sobrecargas. Una de ellas es la conexión a tierra en forma accidental; otra es un cortocircuito. Los dispositivos que protegen a los circuitos contra sobre-

cargas tienen dos tareas que realizar. Deben permitir el paso de una ráfaga de corriente para hacer arrancar a un dispositivo, pero no pueden permitir que siga circulando esa alta corriente. Así que tienen que trabajar con la lentitud suficiente como para permitir que una corriente alta haga arrancar a un dispositivo eléctrico. Si el motor no arranca de inmediato, el dispositivo protector debe desconectar el circuito antes de que la alta corriente pueda dañar un dispositivo eléctrico.

El relevador que permite el paso de corriente para hacer arrancar un motor es el que lo protege de una sobrecarga. La regla principal es que la capacidad en amperes de un protector de sobrecarga no puede exceder los valores de amperaje recomendados por el Código Eléctrico Nacional. La segunda regla es que si el amperaje permitido de un conductor no coincide con el valor recomendado de un fusible o un cortacircuito no ajustable de tamaño estándar, debe utilizarse el dispositivo con la siguiente capacidad mayor. Los tamaños estándar de fusibles y cortacircuitos varían de 15 a 300 amperes.

Los tipos de fusibles son:

- unielemento de un tiempo
- bielemento retardado
- tipo de cartucho
- tipo de enchufe
- fustat
- fusetron

Los fusibles unielemento de un tiempo se funden si se sobrecalientan. Lo que pasa es que una sobrecarga hará que el fusible se caliente hasta que se funda su parte central. Esa parte se muestra en la Figura 58-11. En esa figura comparamos los fusibles de uno y dos elementos.

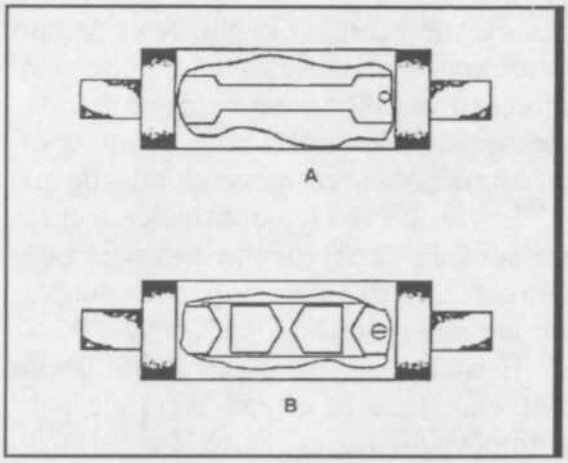


Fig. 58-11 Fusibles. Fusible unielemento de un tiempo *(A).* Fusible bielemento de retardo *(B).*

Obsérvese la pieza de la Figura 58-11 (A). Esta se sobrecalienta si se presenta una sobrecarga y luego se funde la parte del centro, desprendiéndose del resto del elemento. El circuito no se interrumpe de inmediato. La brecha abierta es tan pequeña que la corriente hace un arco sobre ella y quema el metal de cada extremo. Conforme se calientan los extremos metálicos, aumenta su resistencia. Finalmente se interrumpe el arco de corriente cuando esa resistencia se vuelve demasiado alta. Estos fusibles soportarán una sobrecarga del 10% durante cualquier cantidad de tiempo. El fusible unielemento viene en diversos tamaños. Estos fusibles soportarán 150% de sobrecarga durante los periodos de tiempo que se citan a continuación:

- fusible 30 A o menor: 1 minuto
- fusible 31 a 60 A: 2 minutos
- fusible 61 a 100 A: 4 minutos

El fusible bielemento retardado se representa en la Figura 58-11 (B). Como el lector puede observar, el elemento del centro está dividido en dos partes, las cuales se sueldan una a otra. En caso de que haya una sobrecarga, las partes se separarán. No se abrirán en respuesta a una sobrecarga breve y repentina. Sólo se abri-

rán si la sobrecarga se mantiene un tiempo determinado. Este fusible se utiliza para ofrecer protección de sobrecargas grandes inesperadas. También ofrece protección en contra de sobrecargas continuas de luz.

Los fusibles bielemento pueden ser renovados. Es decir, cuando se funden pueden ser abiertos. Luego se puede reemplazar la parte fundida.

Existen dos tipos básicos de fusibles de cartucho. Uno es el AG o fusible para automóvil. El otro es el fusible de cartucho más grande. En el fusible AG, el cilindro está hecho de vidrio y tiene capuchas de metal en los extremos. Las capuchas metálicas están conectadas por una barra metálica delgada que se funde cuando se presenta una sobrecarga. En los fusibles de cartucho más grande, el cilindro no está hecho de vidrio, sino de fibras. Los extremos son metálicos, al igual que el enlace interior del fusible. Los fusibles de cartucho se producen en muchos tamaños.

Los fusibles del tipo de enchufe se atornillan a un tomacorriente o enchufe de rosca. Se producen en tamaños limitados. Su capacidad máxima es de 30 amperes y se utilizan en circuitos exteriores que no exceden los 150 volts. Los fusibles atornillables de tipo no estándar, como el Fustat, se ajustarán a diversos amperajes. El tipo Fusetron tiene un elemento doble. Como se puede apreciar en la Figura 58-12, tiene un resorte y también una barra metálica. El resorte hace que el fusible sea más preciso. Hace más probable que el fusible se queme en el nivel de voltaje correcto. Por ello es más seguro utilizarlo.

Hoy día, en muchos hogares y empresas, se utilizan cortacircuitos en vez de fusibles. Un cortacircuito es un interruptor automático. Abrirá un circuito en respuesta a una sobrecarga de corriente. Muy a menudo, los amperajes de los cortacircuitos son los mismos que los de los fusibles. Si se sobrecarga un circuito, se abre

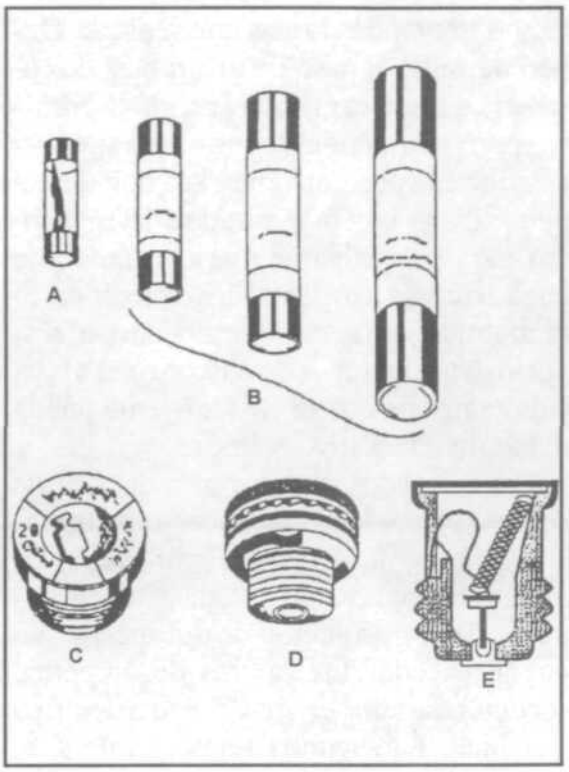


Fig. 58-12 Fusibles. Fusible de automóvil *(A)*. Fusibles de cartucho *(B)*. Fusible del tipo de enchufe *(C)*. Fustat (D). Fusetron (E).

el cortacircuito. Un cortacircuito abierto debe devolverse a su estado original en forma manual.

Cuando un circuito funde un fusible o abre un cortacircuito continuamente, algo anda mal. Primero asegúrese de que el fusible o cortacircuito sea del tamaño correcto. Si lo es, debe revisarse el circuito con cuidado. Debe buscarse un corto, una conexión a tierra u otro problema.

Lámina metálica e instalación

Los ductos o tubos son los conductores de aire de un sistema de aire acondicionado. De modo que son una parte importante de un sistema de acondicionamiento del aire. Es importante la forma en que se producen y de qué material están hechos. Los ductos o tubos de calefacción, ventilación, refrigeración y acondicionamiento de aire están hechos de diversos materiales.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Los relevadores de alambre caliente y de estado sólido de corriente se utilizan con compresores_____.
2. Para elegir correctamente el tamaño de un conductor eléctrico se debe tomar en cuenta la limitación en la pérdida de_____.
3. El American Wire Gauge (AWG) es el estándar que se utiliza para medir el _____del alambre.
4. Existen muchas condiciones que pueden generar sobrecargas en un circuito eléctrico, una de ellas es la conexión a_____en forma accidental.
5. Los fusibles_____pueden ser renovados.

Respuestas

1. hermético 2. voltaje 3. tamaño 4. tierra 5. bielementos

- aluminio
- cerámica
- fibra de vidrio
- metal
- plástico
- madera

Los tubos metálicos son los que se usan más a menudo. Los códigos de algunas ciudades no permiten el uso del aluminio, la fibra de vidrio o el plástico. Es preferible utilizar los ductos metálicos porque son uniformes. No obstaculizan la circulación del aire de ninguna manera. El metal que se emplea suele ser lámina metálica revestida con cinc. Este tipo de lámina metálica se conoce como acero galvanizado. El acero está revestido con cinc para protegerlo de la corrosión. Los tubos de metal son fáciles de moldear y de colocar.

Los ductos vienen en muchas formas. Pueden ser circulares, rectangulares, incluso triangulares. Las personas que trabajan la lámina metálica hacen ductos, y para ello utilizan moldes y dobladuras especiales. Se diseñan codos y otras conexio-

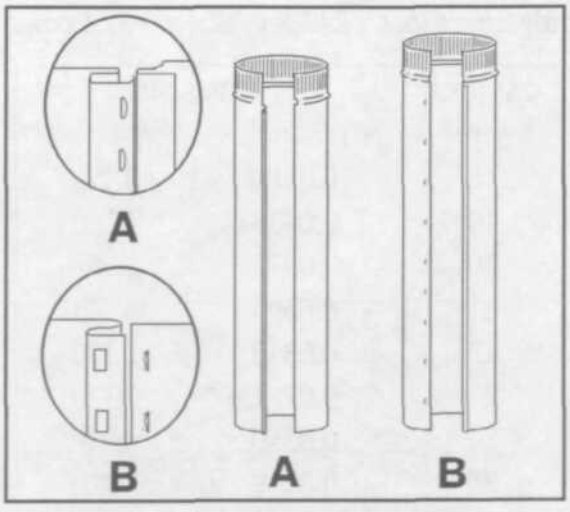


Fig. 58-13 Dos tipos de uniones. Cerradura de resorte de junta continua *(A).* Cerradura de resorte de botones *(B).*

nes como bifurcaciones, según se necesiten.

Los ductos metálicos se dilatan y contraen conforme a las variaciones de la temperatura. Se dilatan cuando se calientan y se contraen al enfriarse. Por lo tanto, están hechos con uniones especiales, las cuales permiten el movimiento de los ductos. En la Figura 58-13 se muestran dos tipos de uniones.

Sea el sistema de calefacción de aire forzado, de enfriamiento de aire forzado o ambos, los ductos deben diseñarse con dos factores en mente. Uno es el costo. Se desea realizar el trabajo al menor costo posible. El otro es la eficiencia. Se desea que los ductos funcionen como deben y tan bien como puedan.

En una lección anterior, aprendió usted cómo determinar el tamaño de los ductos a utilizar en cualquier instalación. También necesita saber qué calibre de lámina metálica va a emplear. Lámina metálica es un término genérico y se refiere al metal que se forma en láminas u hojas y que tiene 1/8 de pulgada (0.31 cm) o menos de espesor. La lámina metálica muy delgada se consigue en rollos.

La mayor parte de la lámina metálica viene en hojas que miden 30 x 96 o 36 x 120 pulgadas (76.2 x 243.8 o 91.4 x 304.8 cm).

CALIBRE	ESPESOR	
	DECIMAL	FRACCIONARIO
18	0.0500	1/20
19	0.0438	7/160
20	0.0375	3/80
21	0.0344	11/320
22	0.0313	1/320
23	0.0281	9/320
24	0.0250	1/40
25	0.0219	7/320
26	0.0188	3/160

Fig. 58-14 Calibres comunes de lámina metálica.

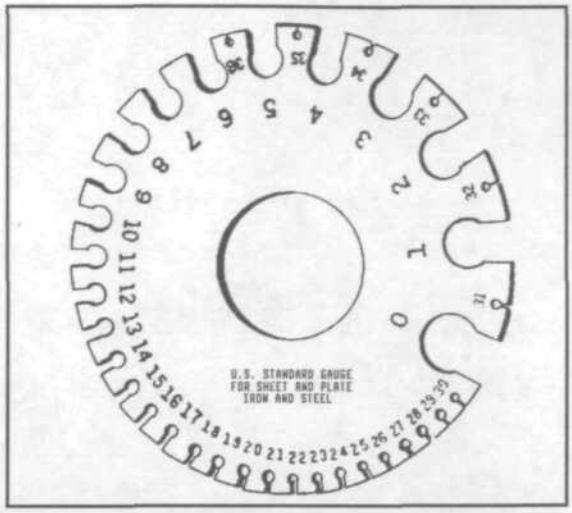


Fig. 58-15 Este instrumento se usa para medir el calibre de la lámina metálica.

También se pueden encontrar hojas de mayor tamaño. Al espesor de la lámina metálica se le llama "calibre". Los calibres de lámina metálica están estandarizados. Cuanto menor es el número de calibre, tanto más gruesa es la lámina metálica; y cuanto mayor es el número de calibre, tanto más delgada es la hoja. Una lámina metálica de calibre 24 es más delgada que una de calibre 20.

Se utiliza una herramienta especial para medir la lámina metálica. Las personas que trabajan con lámina metálica mucho tiempo aprenden a medirla con los dedos. Pero tenga cuidado cuando mida lámina metálica revestida, ya que por su cubierta parece más gruesa de lo que es en realidad. El calibre real del metal es una unidad menor que el medido con la herramienta que se ilustra en la Figura 58-15.

Tomemos como ejemplo la medición de la lámina metálica que se utiliza para producir ductos de REAC. Se trata de lámina metálica revestida. Para ello utilizaremos la herramienta de la Figura 58-15, la cual indica que el metal es de calibre 20. Eso significa que en realidad es de calibre 19. ¿Cómo? Sí, así es. Recuerde que el revestimiento hace que la lámina mida un calibre más que el real.

DIÁMETRO DUCTO REDONDO	
hasta 12 pulgadas	calibre 30
13 a 18 pulgadas	calibre 28
DUCTO RECTANGULAR	
13 a 23 pulgadas	calibre 26
24 a 30 pulgadas	calibre 24

Fig. 58-16 Espesores de calibre para ductos de metal galvanizado.

¿Cómo se determina el calibre que debe utilizarse para construir un sistema de ductos específico? Bueno, eso depende de dos factores. Uno es la forma del ducto. ¿Es circular? ¿Es rectangular? Depende también del tamaño del ducto. La Figura 58-16 indica qué calibre de lámina metálica debe emplearse para los ductos citados. Estos calibres corresponden sólo a sistemas residenciales. La tabla de calibres para sistemas comerciales difiere un poco.

Cuando usted instale un sistema de ductos utilizará algunas herramientas especiales para lámina metálica. Hablaremos de ellas en el siguiente epígrafe.

Herramientas de mano para lámina metálica

Muy a menudo los ductos que necesitará ya estarán hechos. Sólo será preciso conectarlos. A veces necesitará formar una parte o encargar que le sea formada. Por esa razón, necesita saber un poco sobre cómo trabajar con lámina metálica.

Se utilizan muchas herramientas de mano para trabajar con este material. Estas se clasifican en dos grupos principales: herramientas de trazo y herramientas de modelado. Analizaremos las herramientas principales de cada grupo.

Herramientas de trazo

Entre las herramientas de trazo se cuentan aquellas que se utilizan para marcar lámina metálica, y las que se usan para medirla y cuadrarla. Quizá el lector las recuerde de la lección sobre herramientas y mediciones.

LEZNA DE MARCAR *(scratch awl).* Esta herramienta se denomina a veces aguja de marcar, ya que se utiliza para marcar líneas en lámina metálica.

PUNZÓN DE MARCAR *(prick punch).* Esta herramienta hace pequeñas ranuras en metal. Después, estas ranuras se utilizan para localizar puntos divisorios y líneas de doblez o pliegue.

PUNZÓN PARA CENTRAR *(center punch).* Esta herramienta hace el mismo trabajo que el punzón perforador, pero se utiliza para perforar lámina metálica de grueso calibre. Si usted trabaja con metal de calibre 18 y mayor, necesitará un punzón de centrar.

COMPÁS DE DIVISIÓN *(wing dividers).* Esta herramienta realiza tres funciones. Una, traza arcos y círculos. Dos, divide líneas en partes iguales. Tres, espacia perforaciones de remache.

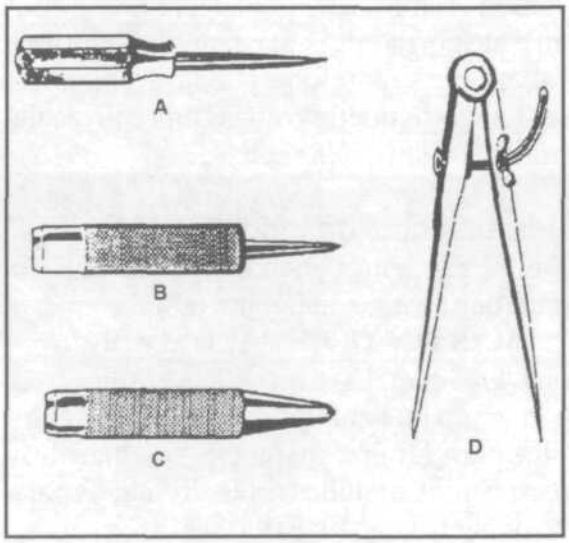


Fig. 58-17 Herramientas de trazo. Lezna de marcar *(A).* Punzón de marcar *(B).* Punzón para centrar (C). Compás de división *(D).*

REGLA DE ACERO DE 6 PULGADAS *(six-inch steel rule).* Esta regla se utiliza para realizar trabajos sencillos. Rara vez se utilizará para construir ductos. La mayoría de los ductos miden cuando menos 8 pulgadas (20.3 cm) de diámetro. La regla sólo mide 15 cm.

REGLA DE ACERO DE 12 PULGADAS *(twelve-inch steel rule).* Esta regla será más útil en la creación de ductos. Está hecha de acero porque será más adecuada para trabajar con acero. Mide 30.4 cm.

REGLA DE CIRCUNFERENCIA *(circumference rule).* Esta regla es la que se utilizará más a menudo en el diseño de ductos. Se utiliza para proyectar trabajos más complicados y para obtener la circunferencia de un círculo.

TRANSPORTADOR DE ALABE OSCILATORIO *(swinging-blade protactor).* Esta herramienta se usa para trazar, medir y verificar ángulos.

CUADRADO COMÚN *(common square).* Esta herramienta se utiliza para cuadrar la esquina de una lámina de metal.

CUADRADO DE COMBINACIÓN *(combinaüon square).* Esta herramienta hace el mismo trabajo que el cuadrado común. También puede hacer las veces de un transportador. Este cuadrado tiene una cabeza deslizante que puede desmontarse. Luego se puede colocar una cabeza de transportador en la regla.

Herramientas de modelado

Las herramientas de modelado se utilizan para dar forma a la lámina metálica.

MARTILLO REMACHADOR *(riveting hammer).* Este martillo se utiliza más a menudo que cualquier otro tipo de martillo para lámina metálica. Los martillos para lámina metálica están diseñados para no dañar la hoja. Este tiene cara redondeada y bordes biselados, con lo cual no estropea la hoja de metal. Un martillo remachador se utiliza para remachar lámina metálica y también para martillar sobre una hendedura Pittsburgh.

MAZO *(mallet).* Este es otro tipo de martillo para lámina metálica. Su cabeza está hecha de cuero, madera, plástico o hule de modo que no dañe el metal. Quizá usted nunca utilice este martillo porque se usa más a menudo con cobre o aluminio.

TIJERAS DE COMBINACIÓN *(combination snips).* Estas tijeras se utilizan para cortar líneas rectas. Se pueden usar para cortar líneas curvas si la curva es suficientemente grande.

TIJERAS DE AVIACIÓN *(aviation snips).* Otro nombre con el que se conoce a este instrumento es tijeras de avión. Se consiguen en tres estilos: de perfil izquierdo, de perfil derecho y rectas. Estas tijeras cortan curvas cortas. Se utilizan también para cortar esquinas interiores rectas de 90 grados. El tipo de perfil izquierdo se usa para cortar curvas o ángulos hacia el lado izquierdo del usuario. El tipo de perfil derecho se emplea para cortar curvas y ángulos hacia el lado derecho del usuario. El tipo recto se utiliza para cortar líneas rectas, ¡desde luego!

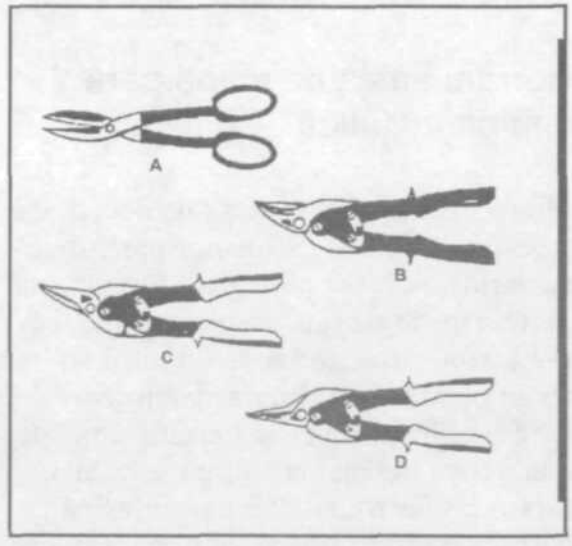


Fig. 58-18 Cuatro tipos de tijeras. Tijeras de combinación *(A).* Tijeras de aviación para zurdos *(B).* Tijeras de aviación para mano derecha (C). Tijeras de aviación rectas (D).

PERFORADOR DE MANO *(hand punch).* Esta herramienta perfora orificios en lámina metálica. Servirá en lámina metálica hasta de calibre 18. Los orificios que perfora varían de tamaño entre 3/32 de pulgada hasta 9/32 de pulgada de diámetro (0.24 hasta 0.71 cm).

HERRAMIENTA RANURADORA *(groovingtool).* Esta herramienta se utiliza con un martillo para hacer una hendedura ranurada.

Aunque un destornillador no es, estrictamente hablando, una herramienta para lámina metálica, puede serle muy útil. Los trabajadores utilizan a menudo un destornillador para abrir un orificio en una hoja de metal. Ese orificio permite al trabajador insertar tijeras para hacer cortes.

Máquinas para procesar lámina metálica

Además de las herramientas de mano que el lector ya ha conocido, hay cuatro máquinas importantes que se utilizan en trabajos con lámina metálica, para realizar instalaciones de sistemas de REAC. Estas son las cortadoras de cuadratura, las plegadoras de flexión, las formadoras de rollos y las formadoras de abrazaderas.

Cortadora de cuadratura

Una cortadora de cuadratura realizará tres funciones: cortará, ajustará y cuadrará lámina metálica. También se llama cizalla de escuadrar. Se utiliza sólo para hacer cortes rectos. Su uso principal es para cerciorarse de que las esquinas de una hoja metálica formen ángulos de 90 grados. Eso es lo que se hace cuando se cuadra algo. Uno se asegura de que las esquinas formen ángulos de 90 grados.

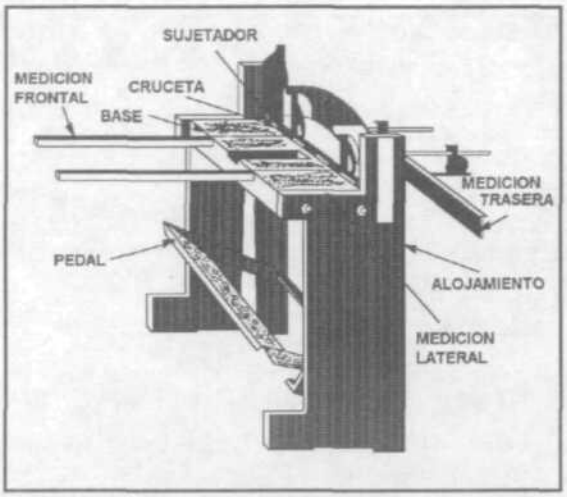


Fig. 58-19 Una cortadora de cuadratura corta, ajusta y cuadra lámina metálica.

La cortadora de cuadratura está compuesta de 11 partes principales, las cuales se citan a continuación.

ALOJAMIENTOS *(housings).* Existen dos alojamientos, el izquierdo y el derecho. Estos alojan la base, la cruceta de cabeza y los sujetadores.

BASE *(bed).* La hoja o lámina de metal que se corta, ajusta y cuadra se coloca sobre la base.

CRUCETA DE CABEZA *(crosshead).* Esta parte sostiene la navaja de corte superior.

SUJETADOR *(hold-down).* Este es un dispositivo de seguridad que sostiene también el metal en su lugar mientras se le corta, ajusta y cuadra. El sujetador se puede trabajar a mano o bien puede ser operado automáticamente por el pedal.

PEDAL *(foot treadle).* Esta parte opera la navaja de corte superior y, en algunos modelos, opera también el sujetador.

NAVAJA DE CORTE INFERIOR *(lowercuttmg blade).* Esta navaja se mantiene estática todo el tiempo porque está fija a la base. Funciona con la navaja de corte superior para cortar la lámina metálica.

NAVAJA **DE CORTE SUPERIOR** *(upper cutting blade).* Esta navaja está fija a la cruceta de cabeza. Se opera accionando el pedal. Funciona con la navaja de

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Los ductos metálicos se dilatan y contraen conforme a las variaciones de la _____ ambiente.
2. Al espesor de la lámina metálica se le llama _____.
3. Las herramientas de mano para trabajar con lámina metálica se clasifican en dos grupos principales: herramientas de _____ y herramientas de modelado.
4. Las herramientas de modelado se utilizan para dar forma a la _____ metálica.
5. Las tijeras de _____ existen en 3 estilos: de perfil izquierdo, de perfil derecho y rectas.

Respuestas

1. temperatura 2. calibre 3. trazo 4. lámina 5. aviación

corte inferior para cortar la lámina metálica.

MEDIDOR LATERAL *(side gauge).* Este es un dispositivo de medición. Mide el tamaño requerido hasta 14 x 14 pulgadas (35.6 x 35.6 cm).

MEDIDOR TRASERO *(back gauge).* Este medidor se utiliza para medir piezas de metal estrechas.

MEDIDOR FRONTAL *(front gauge).* Este medidor se utiliza cuando se necesita más de una pieza.

FALSA ESCUADRA *(bevel gauge).* Cuando corte una hoja metálica en cualquier otro ángulo que no sea de 90 grados, utilice la falsa escuadra para medirlo.

Desde luego, se pueden utilizar herramientas marcadoras para marcar la hoja de metal antes de colocarla en la cortadora de cuadratura. Así no necesitará utilizar los medidores de la cortadora.

Plegadora de flexión

Esta máquina se emplea para doblar o plegar una hoja metálica. Existen tres tipos de plegadoras de flexión: una plegadora manual estándar, una plegadora de cuadros y caras, y una plegadora de trinquete.

Plegadora manual

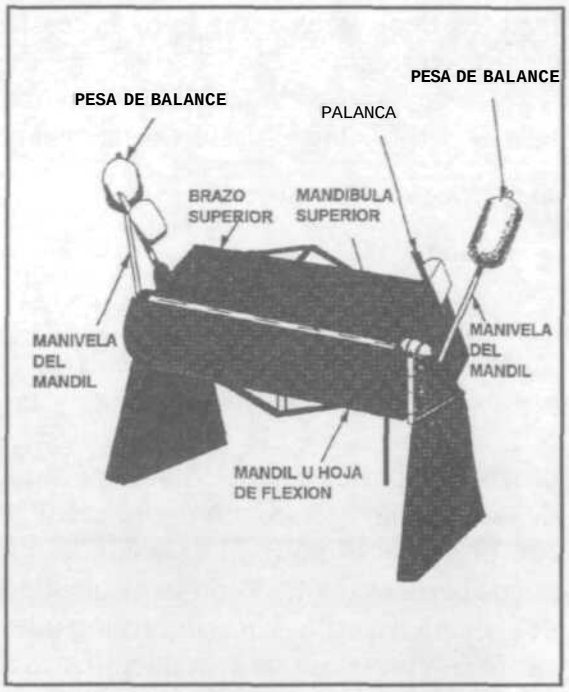
La plegadora manual está compuesta de ocho partes básicas. Estas se citan a continuación.

MARCO *(frame).* El marco o bastidor sostiene la barra de sujeción y el mandil.

MANDIL *(apron).* A esta parte se le denomina a menudo hoja de flexión o doblez; dobla el metal.

MANIVELAS DE MANDIL *(apron handles).* Estas suben y bajan el mandil.

PESAS BALANCEADORAS *(balancing weights).* Estas contrabalancean el peso del mandil y permiten que suba y baje.



Fíg. 58-20 Plegadora manual común.

MANDÍBULA SUPERIOR *(uper jaw).* La mandíbula superior está fija a la barra de sujeción. Ayuda al mandil a realizar la flexión requerida.

MANDÍBULA INFERIOR *(lower jaw).* Esta mandíbula está fija al marco o bastidor y nunca se mueve. Ayuda al mandil a realizar la flexión.

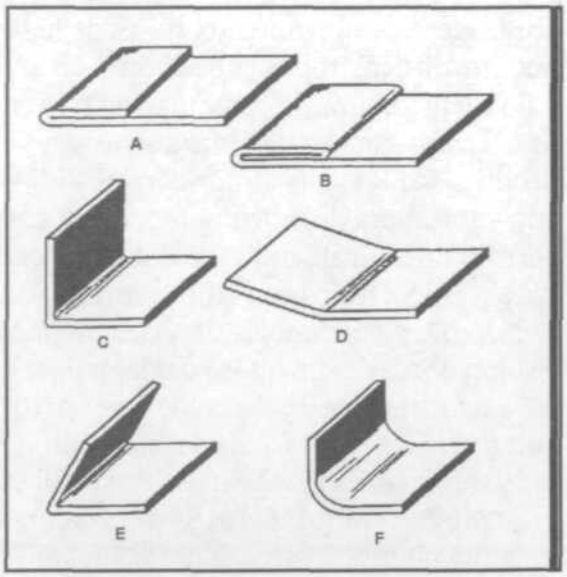
BARRA DE SUJECIÓN *(clamping bar).* Esta barra sujeta la mandíbula superior.

MANIVELAS DE SUJECIÓN *(clamping handles).* Existe una manivela del lado derecho y una del lado izquierdo. Se utilizan para subir y bajar la barra de sujeción.

Esta plegadora manual se puede utilizar para realizar muchas tareas. Realizará el doblez en ángulo recto y otros dobleces angulares. Realizará dobleces radiales y formará bordes.

Plegadora de cuadros y caras

La plegadora de cuadros y caras es muy similar a la plegadora manual. Difiere de ella en que está diseñada para formar caras y cuadros de cuatro lados muy rápidamente. La plegadora manual no puede hacerlo.



Fíg. 58-21 Tipos de dobleces hechos con plegadora manual. Un doblez *(A).* Dos dobleces *(B).* Doblez de 90 grados (C). Doblez de menos de 90 grados *(D).* Doblez de más de 90 grados (E). Doblez radial *(F).*

Plegadora de trinquete

La plegadora de trinquete es exactamente como la plegadora de cuadros y caras. Ha sido diseñada para producir cajas muy pequeñas de metal liviano.

Formadora de rollos y formadora de abrazaderas

Estas dos máquinas constituyen un avance sobre máquinas más antiguas como la plegadora manual. Sus tres ventajas principales son:

- Las hendeduras, bordes y conexiones son del mismo tamaño.
- Se reduce el tiempo de trabajo, y en consecuencia el costo.
- Se pueden producir más ductos cada día.

La formadora de rollos puede producir rollos con cerrojo Pittsburgh, rollos de doble hendedura (de tipo S y L), rollos con

abrazadera de movimiento, rollos de hendedura vertical, rollos con reborde en ángulo recto y rollos de combinación tres en uno. La formadora de abrazaderas puede producir rollos con abrazadera S, rollos con abrazadera de movimiento, rollos con cerrojo Pittsburgh, rollos de doble hendedura (tipo S), rollos con reborde en ángulo recto, rollos de combinación tres en uno, y sujetadores de envoltura o adaptadores.

La formadora de abrazaderas es particularmente decisiva para la industria de los sistemas de **REAC.** Su uso principal es el de producir abrazaderas S y abrazaderas de movimiento. Estas son dos conexiones que se utilizan en la producción de ductos de lámina metálica de **REAC.**

Selección de un sistema de REAC

Como usted sabe, un sistema de REAC es aquel que ventila y enfría el aire. Es un sistema de acondicionamiento del aire. Controla la temperatura, la limpieza, el contenido de humedad y el movimiento del aire.

Existen muchos tipos de sistemas **REAC** en el mercado. Para cada hogar se consigue el sistema adecuado. Su trabajo puede consistir en hallarlo. Si es así, ¿qué factores debe considerar para hacer la elección correcta?

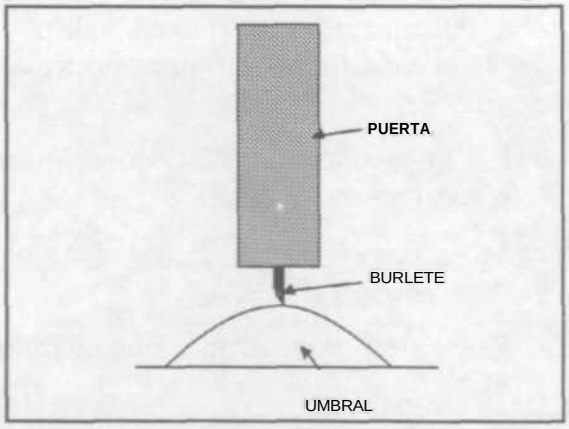


Fig. 58-22 La protección contra el clima en una casa antigua desempeña un importante papel en la prevención de la pérdida de calor.

Si elige un sistema de REAC para una casa vieja, considere los factores que siguen.

- provisión de burletes
- calafateo
- aislamiento

PROVISIÓN DE BURLETES *(weather stripping).* Revise las ventanas y las puertas. Asegúrese de que todas estén provista de burletes para evitar la pérdida de calor. Si no lo hace, no podrá calcular con precisión la pérdida de calor. Si no puede hacer este cálculo, no sabrá qué tipo de sistema necesita. Una protección adecuada con burletes puede reducir los costos de calefacción entre el 15 y el 20%.

CALAFATEO *(caulking).* Las ventanas deben tener doble o triple guarnición. Revise las ventanas para asegurarse de que el calafateo no esté cuarteado ni cayéndose. Si lo está, cambíelo.

AISLAMIENTO *(insulation).* Si el techo y los muros exteriores no están aislados, quizá desee aislarlos. Mucha pérdida de calor y muchas fugas de aire tienen lugar a través de techos y muros que no están aislados.

Si elige un sistema de REAC para una casa nueva, tiene muchas ventajas.

- ubicación en el terreno
- aislamiento

UBICACIÓN EN EL TERRENO *(site location).* Quizá usted pueda decidir cómo se asentará la casa en el terreno. Si es así, deseará tomar en cuenta su ubicación general. Quizá viva en una región del país donde los vientos son severos. Si es así, deseará que las ventanas más grandes y las habitaciones principales estén orientadas hacia el sur. En esa forma, recibirán la mayor cantidad de luz y calor del sol en el

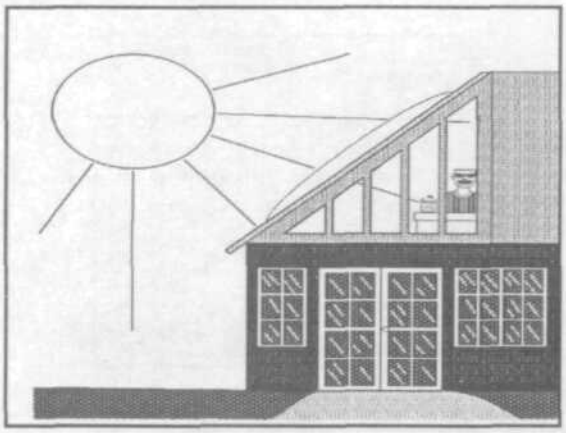


Fig. 58-23 En un país frío, oriente las ventanas hacia el sur para aprovechar el sol invernal.

invierno. Quizá usted viva donde los veranos son muy calurosos. Si es así, deseará que esas ventanas grandes y habitaciones principales estén orientadas hacia el norte. De esa manera puede evitar los efectos de un sol de verano demasiado intenso.

AISLAMIENTO *(insulation).* Utilice los mejores burletes, calafateo y aislamiento que pueda adquirir. Se amortizarán por sí solos, muchas veces, en años futuros.

Para determinar exactamente qué sistema elegir, debe saber dos cosas. Una: debe saber cuánto aire caliente necesitará para realizar el trabajo. Dos: debe saber cuánto aire frío necesita para el mismo efecto.

El lector ha aprendido bien a determinar qué cantidad de aire caliente y frío se necesita en habitaciones específicas. Estos métodos los aprendió en una lección anterior, pero aquí haremos un repaso de los procedimientos. Para hacer un repaso más a fondo, vea la lección correspondiente.

Usted recordará que necesita saber tres cosas para calcular el volumen de aire que debe suministrarse.

- carga de calor
- temperatura de la habitación
- temperatura de los ductos

La carga de calor es la cantidad de calor que sale de una habitación o casa en un periodo de 24 horas. Para calentar esa habitación o casa, tiene que restituir cuando menos esa cantidad de calor. La temperatura de la habitación significa la temperatura acondicionada que usted desea tener en la habitación. Muy a menudo, esa temperatura es de unos 72 grados Fahrenheit (22 °C).

La temperatura del ducto de aire es algo que usted tiene que medir. Si las temperaturas de los ductos son bajas, necesitará mucho aire para distribuir calor suficiente. Si son elevadas, tendrá temperaturas de chimenea más altas. Quizá los ductos tengan que ser aislados.

La temperatura sugerida para las rejillas es de 125 grados Fahrenheit (51 °C). En el caso de ductos es de 140 grados Fahrenheit (60 °C). La longitud de los ductos determina si se pueden lograr y sostener las temperaturas sugeridas.

Después, tiene que calcular el peso que debe tener el aire para mantener las temperaturas sugeridas. En la lección correspondiente aprendió cómo utilizar la ecuación de calor específico, para saber cuánto pesa el aire. Cuando tenga ese dato, necesitará determinar el volumen de aire que se necesita para calentar la habitación. Primero debe calcular el volumen de una libra de aire a la temperatura del ducto. Para determinarlo consultará una tabla psicrométrica.

Cuando conozca el volumen de una libra de aire en el ducto, multiplíquelo por el peso del aire. El resultado es el volumen de aire que se necesita por minuto.

Si su resultado es 750 pies cúbicos (212 m3) por minuto para calentar la casa, entonces ésa es la capacidad del sistema que usted necesita. Para poner un ejemplo específico, consulte de nuevo la lección correspondiente.

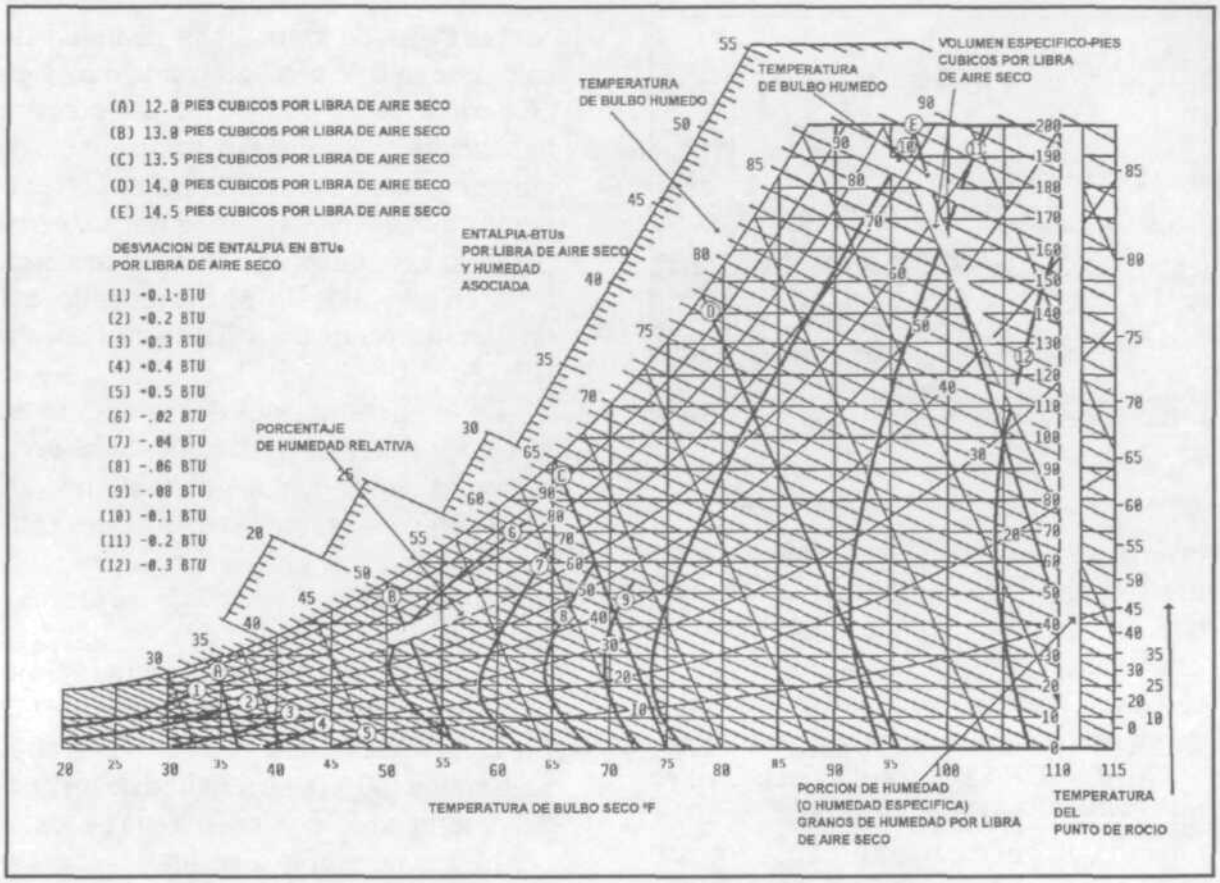


Fig. 58-24 Se utiliza una carta psicrométrica para determinar el volumen de una libra de aire a la temperatura del ducto.

Existe una manera más sencilla de calcular el volumen de aire que se necesita en un sistema de aire acondicionado. ¿La recuerda? Simplemente utilice el valor de un pie cúbico por minuto por cada pie cuadrado de espacio de piso. Así, si una casa mide 1,000 pies cuadrados, la capacidad del ventilador debe ser de 1,000 pies cúbicos por minuto.

Ahora necesita determinar la carga de enfriamiento (o aire frío). Supongamos que la casa necesita 12,000 BTU por hora por cada 500 pies cuadrados de espacio de piso. Esa cantidad corresponde a una tonelada por cada 500 pies cuadrados de espacio de piso, o dos toneladas para la casa. Una unidad de enfriamiento de dos toneladas debe acondicionar el aire de esta casa en forma adecuada.

El volumen de aire se puede calcular en forma muy similar a como lo calculó en un sistema de calefacción de aire forzado, pero ahora es un poco más preciso. Utilice la misma fórmula de calor específico. Consulte de nuevo la lección correspondiente para conocer un ejemplo específico.

Selección de ductos de tamaño adecuado

Los ductos son los pasadizos a través de los cuales circula el aire hacia las habitaciones en una estructura. El aire fluye desde un horno, un dispositivo de enfriamiento u otro dispositivo que al tiempo calienta y enfría el aire, como una bomba de calor. A menudo, un sistema tendrá un horno y un dispositivo de enfriamiento, y ambos

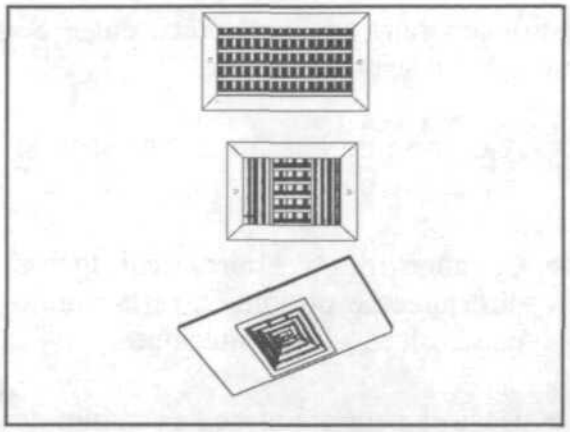


Fig. 58-25 Se puede encontrar reguladores de tiro en rejillas y difusores.

utilizarán el mismo sistema de ductos. Los ductos se usan también para devolver el aire de modo que pueda volver a acondicionarse. Luego se volverá a poner en circulación.

Una vez que el aire llega a las habitaciones o espacios es distribuido por reguladores de tiro, rejillas, registros y difusores. Un regulador de tiro es un dispositivo que controla cómo y hacia dónde circula el aire. Algunos reguladores de tiro controlan la forma en que circula el aire cuando éste sale del ducto.

Con frecuencia usted usará también reguladores de tiro dentro de los ductos. Se usan en cada bifurcación del sistema de ductos para ayudar a controlar la velocidad y el ruido del aire. Los reguladores de tiro pueden equilibrar los flujos de aire, y cerrar o abrir ductos. Cuando los instale, asegúrese de fijarlos firmemente en el ducto.

A una abertura ornamental o de ventilación colocada al final de un pasillo de aire se le denomina rejilla. Un registro es una estructura que combina una rejilla y un regulador de tiro. Cubre una abertura de aire o el extremo final de un ducto de aire. Distribuye aire en una corriente concentrada a una zona ocupada. A un tipo de desembocadura que tiene un patrón de aire disperso en forma de abanico se le conoce como difusor.

Las rejillas, registros y difusores son desembocaduras. Las admisiones devuelven el aire al sistema de ductos para ser recirculado. Los factores que se citan a continuación influyen en el tamaño y ubicación de las admisiones y desembocaduras.

- velocidad del aire
- carrera
- descenso

La velocidad del aire es la rapidez con que se desplaza el aire. La velocidad del aire en una habitación se mide de 4 a 72 pulgadas del piso (10 a 182 cm). Una velocidad menor de 15 pies por minuto (4.6 m) significa que el aire se encuentra estancado. Una velocidad de 20 a 50 pies por minuto (6 m a 15 m) se considera aceptable. Sin embargo, es más adecuada una velocidad de 25 a 35 pies por minuto (7.7 a 10.7 m) para lograr un ambiente agrada-

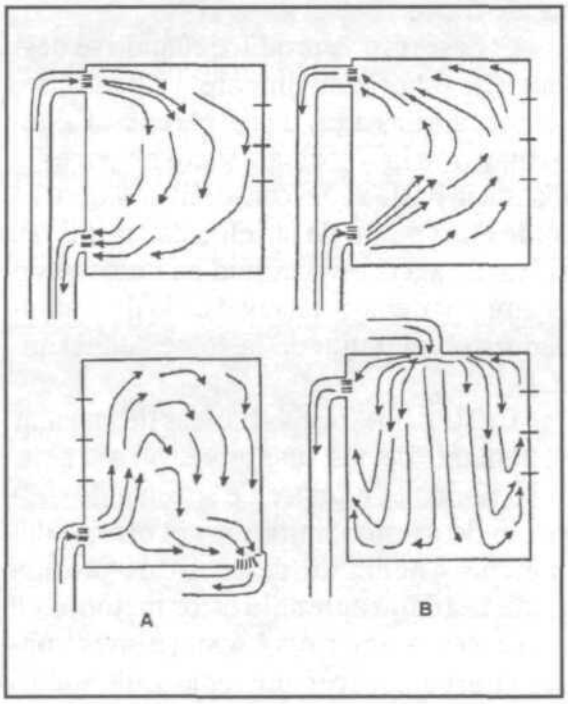


Fig. 58-26 Ductos de calefacción y enfriamiento. Ubicación de ductos para calefacción (A). Ubicación de ductos para enfriamiento (B).

ble. Una velocidad de 35 a 50 pies (20 m) por minuto es más conveniente para sistemas de enfriamiento del aire. La mayoría de las personas creen que una velocidad de 65 pies por minuto es una corriente de aire.

La Figura 58-26 muestra cómo deben colocarse los ductos de enfriamiento y calentamiento para evitar corrientes de aire.

El lugar donde se coloquen los ductos contribuirá a que en una habitación se sientan o no corrientes de aire. La ubicación de los ductos de admisión es importante; pero lo es aún más la de los ductos de desembocadura. ¿Por qué? Porque ello determina la forma en que circulará el aire en la habitación. Esto se ilustra en la Figura 58-26.

La carrera es la distancia que recorre la corriente de aire de la desembocadura al punto en que alcanza la velocidad terminal o final. Se mide verticalmente desde desembocaduras en perímetro, y horizontalmente desde registros y desembocaduras de techo.

El descenso se produce cuando se descarga aire horizontalmente desde las desembocaduras altas de las paredes. Cuanto mayor es la velocidad, tanto mayor es la distancia hasta el descenso. El descenso se mide en el punto de la velocidad terminal. Es la distancia en pies que ha descendido el aire por debajo del nivel de la desembocadura en el punto de la velocidad terminal.

Existen dos formas básicas de calcular el tamaño de los ductos de un sistema. Uno recibe el nombre de sistema de descenso de presión unitario, y el otro se denomina sistema de descenso de presión total. Usted ya aprendió estos métodos en una lección anterior. Le sugerimos consultarla para hacer un repaso de ambos métodos.

Cuando se seleccionan tamaños de ductos para una instalación, hay algunos pasos generales que deben recordarse. Se trata de los siguientes:

- Asegúrese de que los ductos sean lo más cortos posible.
- Cerciórese de que el aire circule lo más directamente posible entre la fuente de su origen y las habitaciones.
- Haga el menor número de cambios de dirección que sea posible.
- Cerciórese de que las desembocaduras estén colocadas para que haya una distribución de aire adecuada.
- Utilice reguladores de tiro en los ductos para asegurarse de que el aire circula a la velocidad adecuada.
- Diseñe el sistema de ductos de modo que la velocidad del aire sea lo más baja posible, a fin de evitar el desperdicio de energía y mantener bajo el nivel de ruido.

En la lección correspondiente se analizaron las otras razones para mantener lo más baja posible la velocidad del aire en los ductos. Una baja velocidad del aire hace posible que éste sea distribuido de manera más uniforme. Reduce la fricción del aire en los ductos de menor tamaño y recupera presión en el sistema.

Resumen

En esta lección nos hemos concentrado en los aspectos generales de la instalación. Le hemos dicho lo que necesitará saber para hacer elecciones adecuadas en relación con su instalación. Por lo general, no nos hemos concentrado en la forma de instalar sistemas específicos.

Ejercicio de **Autoevaluación**

Encierre en un círculo la letra V *si considera verdadera la afirmación, o la letra* F *si la considera falsa.*

1. Si se vive en una región del país con vientos severos, las ventanas más grandes y las habitaciones principales deben estar orientadas hacia el oeste.	F	V
2. A una abertura ornamental o de ventilación colocada al final de un pasillo de aire se le denomina rejilla.	F	V
3. La carrera se mide horizontalmente desde desembocaduras en perímetro, y verticalmente desde registros y desembocaduras de techo.	F	V
4. Existen dos formas básicas de calcular el tamaño de los ductos de un sistema: el sistema de descenso de presión unitario y el sistema de descenso de temperatura unitaria.	F	V
5. Una baja velocidad del aire en los ductos hace posible que éste sea distribuido de manera más uniforme.	F	V

Respuestas

1. F (Hacia el sur). 2. V 3. F (Se mide verticalmente desde desembocaduras en perímetro, y horizontalmente desde registros y desembocadura de techo). 4. F (Sistema de descenso de presión unitario y sistema de descenso de presión total). 5. V

Le recordamos en esta lección que acondicionamiento del aire no significa sólo enfriamiento. Por el contrario, significa enfriar, calentar, hacer circular, humedecer, deshumedecer y limpiar el aire. Aquí nos hemos concentrado en los sistemas de acondicionamiento del aire para enfriamiento y en sus principales sistemas. Las siglas REAC representan un sistema de refrigeración y acondicionamiento del aire. También representan a una industria importante, de la cual formará usted parte cuando acabe este curso.

En esta lección aprendió cómo hacer las elecciones correctas para realizar una instalación. Aprendió cómo seleccionar el alambre, los fusibles y los cortacircuitos.

También conoció la lámina metálica; ésta se utiliza para hacer ductos. Los ductos son los que transportan el aire en un sistema de REAC. Como técnico, a menudo trabajará con ductos de este tipo. Quizá tenga que diseñar un sistema de ductos. Así que hicimos asimismo un repaso de la forma de elegir los tamaños de ductos adecuados para cada sistema.

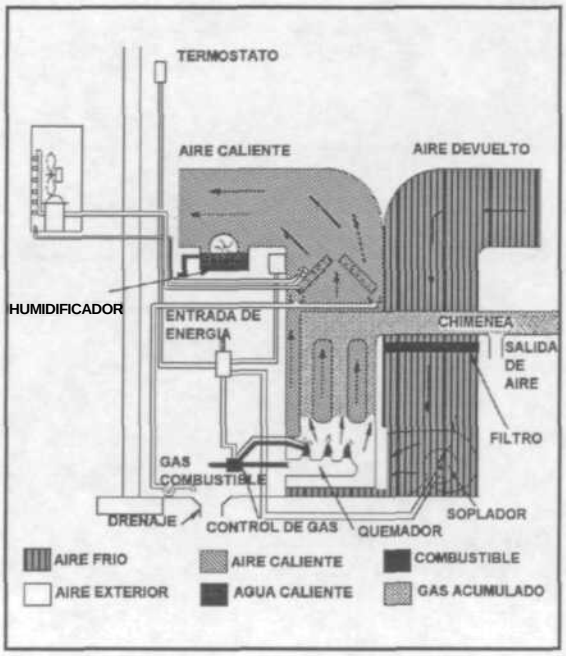
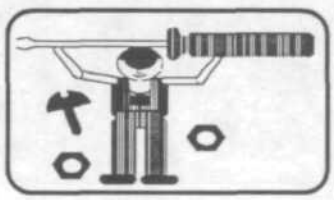


Fig. 58-27 En esta unidad se utilizan el mismo ventilador y el mismo filtro para calefacción y enfriamiento.

Por último, aprendió a seleccionar un sistema de REAC para una casa nueva y para una más antigua.

En otras lecciones aprenderá cómo instalar sistemas específicos. La práctica en la instalación de sistemas diferentes la obtendrá cuando se gradúe de este curso. ¡Ya le queda poco! ¡Animo!



Tareas prácticas

Recopilación de las normas eléctricas de su país

Materiales que usted necesitará

- Papel y lápiz

Información previa

En una instalación eléctrica para un sistema de aire acondicionado del tipo multizona es bastante importante el seleccionar adecuadamente el tamaño de conductor eléctrico que se tenga que utilizar.

En los Estados Unidos, los tamaños de alambre fabricados por las diversas firmas se publican en el NEC *(National Electric Code)* y se basan en los números de la AWG *(American Wire Gauge);y* cada país, basándose en estos conceptos, emite su propia normatividad para la selección y uso de los alambres conductores. Su país seguramente también cuenta con su normatividad eléctrica.

Lo que usted deberá hacer

Localizará y obtendrá la normatividad eléctrica existente en su país o localidad, que le será de mucha utilidad para su carrera.

Procedimiento

1. Busque en su directorio telefónico la dirección y teléfono del Instituto de Re-

frigeración y Aire Acondicionado. Si no existe, entonces acuda a alguna de las empresas que suministre energía eléctrica en su localidad.

2. Pregunte por la dependencia gubernamental que maneja la normatividad eléctrica en el país.
3. Una vez identificada esta dependencia, acuda a ella y solicite la relación de normas eléctricas que maneja.
4. Seleccione las que tengan que ver con la instalación de equipos de refrigeración (aire acondicionado) multizona. Si no existen, entonces solicite la normatividad para instalaciones trifásicas.
5. Una vez adquiridas o fotocopiadas, almacénelas en una carpeta y léalas poco a poco, para que las vaya conociendo y en su oportunidad pueda manejarlas convenientemente.

Conclusiones

El uso de conductores y su aislamiento, es regulado en los Estados Unidos por el *National Electrical Code (NEC).* El NEC lista las precauciones mínimas de seguridad necesarias para salvaguardar las personas, los edificios y su contenido de los riesgos que se presentan por el uso de la electricidad para iluminación, calefacción, refrigeración, aire acondicionado y otros propósitos. Ceñirse en los sistemas al NEC, u organismos similares junto con una instalación y mantenimiento apropiados, producirá sistemas que tengan un mínimo de riesgos eléctricos.

...y **después, ¿qué sigue?**

¿Cuáles son los principales componentes eléctricos de los acondicionadores de aire? ¿Cómo se localizan las fallas del sistema de control? ¿Cómo se prueba la eficiencia de una unidad? ¿Qué papel desempeñan en el sistema de enfriamiento el aire y la humedad? ¿Cómo se evacúa el sistema de enfriamiento? ¿Qué es un vacuómetro? ¿Cómo se evacúa con un manómentro compuesto?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso. Escoja una sola respuesta para cada pregunta. Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. Las dos formas principales de eliminar la humedad del aire son
   a. enfriamiento y deshumidificación.
   b. enfriamiento y absorción.
   c. hidratación y enfriamiento.
   d. equipo de filtrado y limpieza.

2. El dispositivo que sirve para eliminar la humedad del aire es
   a. el deshumidificador.
   b. el humidificador.
   c. el soplador.
   d. el evaporador.

3. El relevador de estado sólido es un dispositivo de
   a. acero.
   b. presión.
   c. cobre.
   d. cerámica.

4. Hay 3 factores que afectan la caída de voltaje: la longitud del alambre, el flujo de corriente y
   a. el voltaje.
   b. el wattaje.
   c. la resistencia del alambre.
   d. la potencia eléctrica.

Recorte aquí el talón de respuesta y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de lección L458

5. Existen dos tipos básicos de fusibles de cartucho, el AG o fusible para automóvil y el fusible de

a. cartucho más grande.
b. elemento bimetálico.
c. resistencia.
d. repuesto.

6. Una cortadora de cuadratura realiza tres funciones en la lámina metálica: cortar, ajustar y

a. doblar.
b. cizallar.
c. escuadrar.
d. marcar.

7. El nombre común que recibe la plegadora de cuadros y caras es

a. plegadora manual.
b. plegadora de trinquete.
c. plegadora automática.
d. plegadora de flexión.

8. Los pasajes a través de los cuales circula aire hacia las habitaciones en una estructura se llaman

a. tubos.
b. canales.
c. ductos.
d. caminos.

9. A un tipo de desembocadura que tiene un patrón de aire disperso en forma de abanico se le conoce como

a. ventilador.
b. impulsor.
c. soplador.
d. difusor.

10. La distancia que recorre la corriente de aire de la desembocadura al punto en que alcanza la velocidad terminal o final se llama

a. velocidad.
b. carrera.
c. desplazamiento.
d. aceleración.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. Componentes eléctricos de los acondicionadores de aire....4
3. Investigación de las fallas del sistema de control....7
4. Cómo probar la eficiencia de una unidad....11
5. Evacuación del sistema de refrigeración....16
6. El aire y la humedad en el sistema de refrigeración....18
7. La temperatura ambiente y la evacuación....19
8. Bombas de vacío....19
9. Mantenimiento de bombas de vacío....21
10. Resumen....22
11. Examen..., ...25

Problemas principales de la refrigeración (Primera parte)

L459 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Componentes eléctricos de los acondicionadores de aire, 4
- Compresor, 4
- Relevador de arranque, 4
- Protector de sobrecargas térmicas, 5
- Capacitores de arranque, 5
- Capacitores de marcha, 5
- Motores de ventilador, 6
- Termostato, 6
- Interruptor de control de la unidad, 6

Investigación de las fallas del sistema de control, 7
- La unidad no funciona, 8
- Los ventiladores funcionan, pero el compresor no lo hace, 8
- Los fusibles de la unidad se funden, 10
- El compresor funciona de manera irregular, 10

Cómo probar la eficiencia de una unidad, 11
- Localización de las terminales del motor compresor, 13
- Prueba de los devanados, 13
- Prueba de los capacitores, 14

Evacuación del sistema de refrigeración, 16

El aire y la humedad en el sistema de refrigeración, 18

La temperatura ambiente y la evacuación, 19

Bombas de vacío, 19

Mantenimiento de bombas de vacío, 21
- Problemas del aceite, 21

Resumen, 22

Examen, 25

Introducción

Cuando se sabe que algo anda mal, pero se desconoce qué es, se investiga para hallarlo. En casi todas sus visitas de servicio, tendrá usted que recurrir a esta habilidad. Es una manera de organizar los conocimientos que se tienen acerca de sistemas de refrigeración. Es una forma de hallar rápidamente las causas de los problemas. Permite ver los síntomas y las causas posibles.

Ya aprendió usted una buena cantidad de cosas sobre la investigación de fallas. Aprendió los aspectos básicos del funcionamiento de los sistemas de refrigeración. En otra lección, aprendió algunas de las técnicas para la investigación de fallas. En ésta pasaremos revista a varios de esos aspectos básicos y a varias de esas técnicas.

Comenzaremos por revisar los siete pasos que intervienen en la investigación de fallas.

La información que aquí obtendrá, como toda la que se maneja en este curso, es muy importante para el desarrollo de su profesión. Por lo tanto, le sugerimos que la estudie con mucho cuidado para obtener el máximo provecho.

LOS SIETE PASOS PARA HALLAR LAS FALLAS:

1. Conozca el sistema
2. Hable con el cliente
3. Maneje el equipo
4. Inspeccione el equipo
5. Enumere las causas posibles
6. Llegue a una conclusión
7. Pruebe su conclusión

Fig. 59-1 Siga estos pasos en sus visitas de servicio y será un técnico eficiente.

Definiciones y descripciones

BOMBA DE VACIO *(vaccum pump).* Mecanismo que puede crear vacíos en una gama de 1,000 a 1 micrón.

CAPACITOR *(capacitor).* Dos conductores o electrodos en forma de placas separadas entre sí por un dieléctrico (aislante). El capacitor impide el flujo de corriente directa, y bloquea parcialmente el flujo de corriente alterna. La impedancia decrece a medida que la frecuencia aumenta.

CICLO *(cycle).* Una alternación completa, positiva y negativa de corriente y voltaje. Ciclos por segundo (cps) o hertz (Hz) denotan frecuencia.

DEVANADO EN SERIE *(seríes motor).* Un motor o generador con el devanado de la armadura y el del campo cableados en serie.

EFICIENCIA *(efficiency).* Un valor porcentual que indica la relación de potencia de salida a potencia de entrada.

FUSIBLE *(fuse).* Un elemento diseñado para fundirse o disipar calor a un valor de corriente predeterminado. Se utiliza para proteger contra condiciones de corriente anormales.

INTERRUPTOR *(breaker).* Un elemento mecánico para conectar o abrir un circuito eléctrico.

PROTECTOR DE SOBRECARGA *(overload protector).* Un componente que interrumpe la corriente cuando ésta alcanza un máximo predeterminado.

RELEVADOR *(relay).* Equipo de dos circuitos, en el que un circuito piloto controla un circuito de carga.

VACIO *(vacuum).* Reducción de presión por debajo de la presión atmosférica.

Componentes eléctricos de los acondicionadores de aire.

El sistema eléctrico es uno de los principales causantes de problemas en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado. Por lo tanto, usted necesita conocer las partes eléctricas y su funcionamiento, así como la manera de localizar los problemas eléctricos que se le presenten. En esta lección se familiarizará con las partes eléctricas. Luego, nos concentraremos en la investigación de fallas. Después, trataremos acerca del uso de la energía eléctrica.

El tipo de acondicionador de aire que se utiliza en habitaciones se compone de las diez partes principales enumeradas más abajo:

- Motor compresor
- Relevador de arranque
- Protector de sobrecargas térmicas
- Capacitores de arranque
- Capacitores de marcha
- Motor de ventilador
- Termostato
- Interruptor de control de la unidad

No todos los modelos tienen estas partes. En algunos no se usan relevadores de arranque, y varios no tienen un capacitor para el ventilador. El reactor es un estrangulador de serpentín. Sólo se encuentra en algunos modelos. El interruptor de control combina el interruptor de encendido/apagado y el de la velocidad del ventilador. La Figura 59-2 muestra el diagrama esquemático de una unidad que sí tiene todas estas piezas.

Recuerde que los diagramas esquemáticos son una clase de diagramas del tendido eléctrico. Muestra la manera en que el sistema emplea la energía eléctrica.

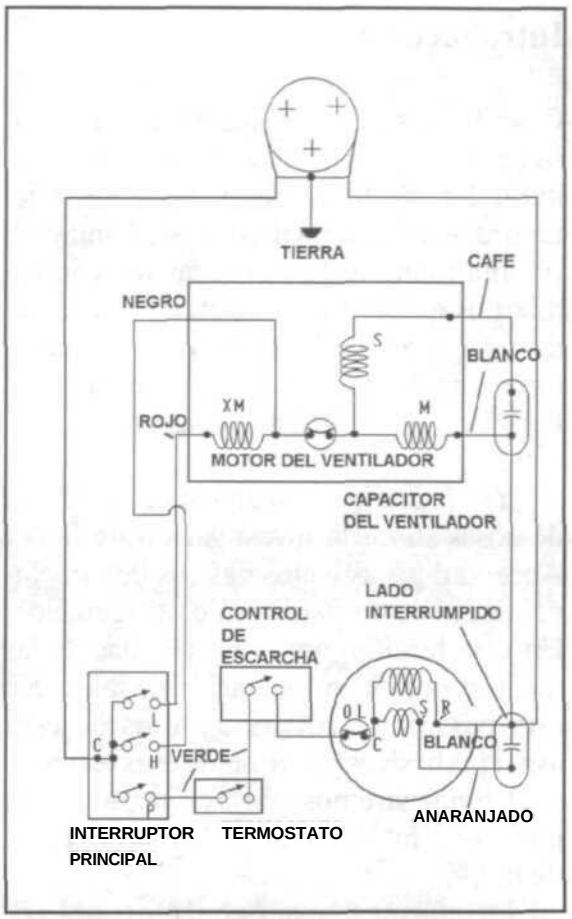


Fig. 59-2 Diagrama esquemático de un típico acondicionador de aire.

Compresor

A estas alturas, usted ya conoce bastante acerca de los compresores. Los que se usan en los acondicionadores de aire del tipo de ventana son similares a los que se usan en los refrigeradores domésticos. Los dos más usuales son el de un cilindro, que tiene una velocidad de 3,500 rpm (revoluciones por minuto). Por su forma redonda y algo plana se conoce como el compresor plano. El otro, de dos cilindros, tiene una velocidad de 1,750 rpm.

Relevador de arranque

Como se aprecia en el diagrama esquemático, el relevador de arranque está conectado en serie con el relevador de marcha del motor. Cuando el motor del compresor arranca, consume una gran cantidad de

corriente. Esto hace que los contactos de los relevadores se cierren. Al ocurrir esto, el capacitor de arranque se conecta con el circuito del devanado de arranque. El motor alcanza su velocidad normal, y la corriente que pasa a través del devanado de marcha disminuye entonces. Los contactos de los relevadores se abren. El capacitor de arranque queda eliminado del circuito. El compresor funciona con un capacitor de marcha en el circuito del devanado de arranque.

Protector de sobrecargas térmicas

La palabra térmicas se refiere al calor. De modo que este tipo de protector de sobrecargas responde al calor. Protege el motor contra las sobrecargas. Por lo general, se encuentra dentro de la cubierta de la terminal del compresor. Cuando el amperaje es más alto de lo que debería ser normal para el compresor, el protector de sobrecargas abre el circuito eléctrico que va hacia el compresor. Cuando la temperatura del motor se eleva demasiado, el protector de sobrecargas abre el circuito que va hacia el compresor. Casi siempre, el protector es un disco bimetálico con acción de resorte. La corriente del motor pasa por el disco. Si ocurre una sobrecarga, la corriente que fluye a través del interruptor será lo suficientemente alta como para calentar el metal. Entonces, el metal se dobla y se abre. Cuando se abre, el motor se detiene.

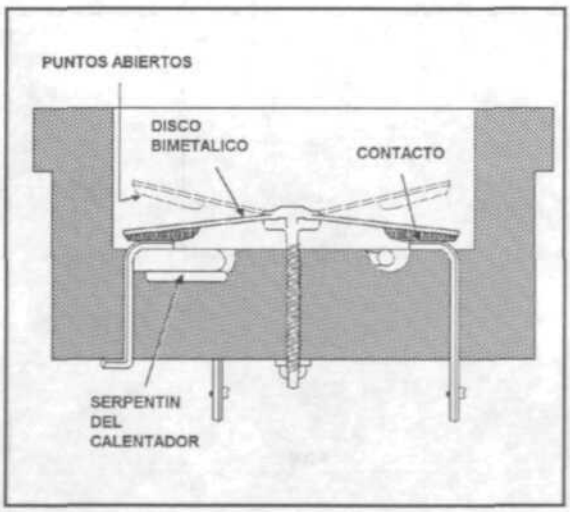


Fig. 59-3 El calor excesivo, sea de la corriente o del motor, hace que el disco bimetálico se doble, abra los contactos y detenga el motor.

El protector de sobrecargas está también en contacto directo con el cuerpo del compresor. De manera que si el motor se calienta demasiado, el disco se dobla y se abre. El motor deja de trabajar hasta que se enfría lo suficiente como para que el metal se enderece y cierre el circuito.

Capacitores de arranque

Estos son capacitores electrolíticos; o sea, son placas o superficies que pueden almacenar cargas eléctricas pequeñas. Se utilizan en el circuito del devanado de arranque del motor. Aumentan la potencia para el arranque. Los capacitores se clasifican según su capacidad en microfaradios y su voltaje de trabajo. La clasificación en microfaradios indica la carga eléctrica que puede retener el capacitor; y la clasificación en voltaje, los volts que puede llevar. Se puede usar un capacitor de 240 volts en un circuito de 120 volts, pero no un capacitor de 120 volts en un circuito de 240 volts. El capacitor de 120 volts no puede llevar 240 volts. Los capacitores de arranque están pensados para compresores en los que los arranques son cortos y no muy frecuentes.

Capacitores de marcha

Como ya se imaginará, estos son capacitores de servicio pesado si se les compara con los de arranque. ¿Por qué? Porque están pensados para un uso más o menos constante. Estos capacitores de servicio pesado se encuentran llenos de aceite. Su clasificación en microfaradios es mucho menor que la de los capacitores de arranque. No necesitan retener una carga eléctrica. Se encuentran en el circuito del

devanado de arranque del motor siempre que el compresor está funcionando, y aumentan la potencia para el arranque. También mejoran el funcionamiento del motor del compresor. Además, al aumentar la potencia, reducen el amperaje utilizado para la marcha.

Motores de ventilador

En los acondicionadores de aire se utilizan dos tipos de motores para ventilador. Uno es un motor de capacitor de fase dividida permanentemente, y el otro del tipo monofásico de inducción. El de fase dividida se utiliza cuando la corriente eléctrica es limitada. Desde el punto de vista eléctrico, es más eficiente que el tipo monofásico de inducción. Una manera de saber que un motor es del tipo de fase dividida, es ver si necesita un capacitor. El de tipo monofásico de inducción produce un campo magnético movible, que es perpendicular al polo del campo. Hace que el rotor comience a girar. Los motores de ventilador tienen de dos a cuatro contactos. Los monofásicos de inducción tienen dos o tres contactos. El número depende de si el motor o el reactor controla la velocidad. Los motores de fase dividida tienen entre tres y cuatro contactos, según la velocidad sea controlada por el reactor o por el motor del ventilador. Algunos modelos utilizan un reactor, o estrangulador de serpentín, para controlar la velocidad del motor.

Termostato

El termostato es un control de la temperatura. Es el que pone en marcha al compresor, o que lo detiene, de acuerdo con la temperatura de la habitación. Lo hace cerrando y abriendo el circuito. Si la temperatura sube, el termostato forma, o cierra, el circuito. Entonces, el motor del compresor comienza a funcionar, y se inicia el enfriamiento de la habitación. Si la temperatura baja, el termostato rompe, o abre, el circuito. Y el motor del compresor se detiene.

En los acondicionadores de aire para habitaciones se usan termostatos de bajo voltaje, que responden con mayor rapidez a los cambios de temperatura que los de otros tipos. El termostato tiene un elemento que está lleno con una carga o de un líquido volátil o de un vapor activo. Lleva como accesorio un bulbo calibrador sensible a la temperatura. Se localiza en la corriente del aire de retorno, lo que le permite detectar si la temperatura de la habitación está subiendo o bajando. Conforme la temperatura sube, aumenta la presión sobre la sustancia contenida en el bulbo calibrador. Esto hace que se cierren los contactos eléctricos, y que el compresor arranque. Conforme la-temperatura baja, disminuye la presión sobre la sustancia contenida en el bulbo calibrador. Entonces, los contactos se abren y el compresor se detiene.

Interruptor de control de la unidad

Lo más frecuente es que este interruptor se encuentre ubicado en cualquiera de dos sitios. Puede estar arriba de la unidad, o en

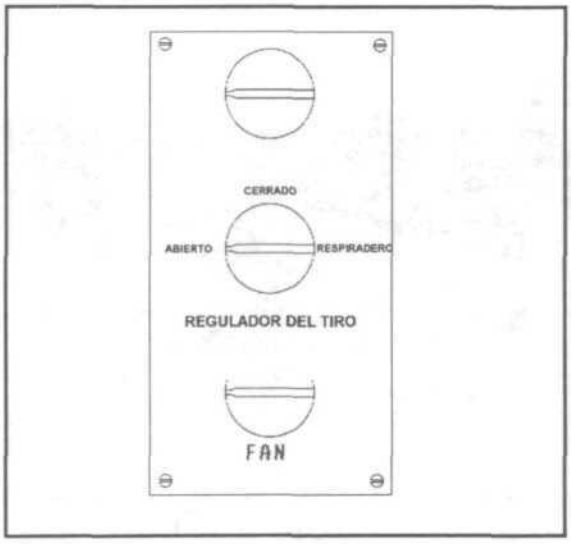


Fig. 59-4 Los reguladores del tiro tienen tres posiciones.

Ejercicio de **Autoevaluacíón**

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Dispositivo que sirve para compensar el consumo de la corriente eléctrica en un motor al iniciar su operación. ____
2. Nombre que recibe el elemento eléctrico que está formado por una placa o superficie y que puede almacenar cargas eléctricas pequeñas. ____
3. Tipo de capacitor para servicio pesado que se encuentra lleno de aceite. ____
4. Dispositivo que pone en marcha o detiene al compresor a través del control de la temperatura. ____
5. Dispositivo que sirve para poner en servicio, seleccionar la forma de operación o detener a la unidad. ____

a. capacitor de arranque
b. interruptor de control de la unidad
c. termostato
d. relevador de arranque
e. capacitor de marcha

Respuestas

1. d 2. a 3. e 4. c 5. b

uno de los lados. Por lo general, el interruptor de control es del tipo de perilla de control con carátula. Los más sencillos tienen cuatro posiciones: apagado, ventilador, enfriamiento y escape.

También hay un regulador del tiro. Los reguladores controlan el flujo del aire. La mayoría de sus controles tienen tres posiciones: cerrado, respiradero y abierto. En la posición de enfriamiento, el interruptor de control se encuentra en "enfriamiento"; y la carátula del regulador, en "cerrado" o "respiradero". Cuando no se desea aire del exterior, la perilla se debe poner en "cerrado". Pero cuando se desea aire del exterior, la perilla se debe poner en "respiradero".

Las unidades de acondicionamiento de aire de ventana pueden usarse como ventiladores. En tal caso, el interruptor de control se pone en "ventilador". Cuando el regulador del tiro está en la posición "abierto", todo el aire que pase a través de la unidad será aire del exterior. Para desalojar el aire de la habitación, el interruptor de control se debe poner en "escape" y el regulador del tiro en "respiradero".

Estas son las partes principales del sistema eléctrico de control. Ahora, vamos a ver qué es lo que se les puede descomponer.

Investigación de las fallas del sistema de control

En esta sección, volveremos a ver las partes que acabamos de estudiar. Pero esta vez, veremos qué es lo que les puede fallar y qué se puede hacer al respecto. Comenzaremos por describir los problemas. Lue-

go, hablaremos sobre las posibles causas y cómo remediarlas.

La unidad no funciona

Esto puede deberse a que un fusible se haya fundido. En tal caso, reemplácelo. Luego, vea si hay algún cortocircuito en el enchufe de la pared. Cerciórese de que no haya alambres rotos o sueltos. Pruebe el voltaje. Debería estar dentro de 10 por ciento del voltaje indicado en la placa de datos. Otra causa podría ser una falla del interruptor de arranque. Así que pruebe el voltaje y la continuidad en el interruptor. Tal vez haya voltaje en él, pero no tenga continuidad. Si esto es lo que sucede, reemplace el interruptor.

Ahora necesita usted saber dos cosas: cómo probar el voltaje y cómo hacer una prueba de la continuidad.

Los sistemas de enfriamiento se fabrican para que funcionen con un voltaje y una corriente determinados. El voltaje se indica en la placa de datos de la unidad. Es posible que exista una diferencia de 10 por ciento en el voltaje real sin que se reduzca el desempeño de la unidad. Para medir el voltaje, se necesita un voltímetro, como el que se muestra en la Figura 59-5.

Como se puede apreciar, se trata de un wattímetro/voltímetro. Los volts son unidades de energía eléctrica. Son como la presión. Los voltímetros miden la energía eléctrica. Se conecta el medidor en el enchufe de la pared, y se lee el medidor. Así de sencillo es probar el voltaje de una unidad.

Lo que no es tan fácil, es verificar el voltaje en el interruptor. Se necesita un medidor de mano. Los medidores de mano tienen puntas. Para medir el voltaje en el interruptor, se debe conectar una punta en cada lado del interruptor. Luego se lee el voltaje indicado por el medidor. La continuidad a través del interruptor se verifica

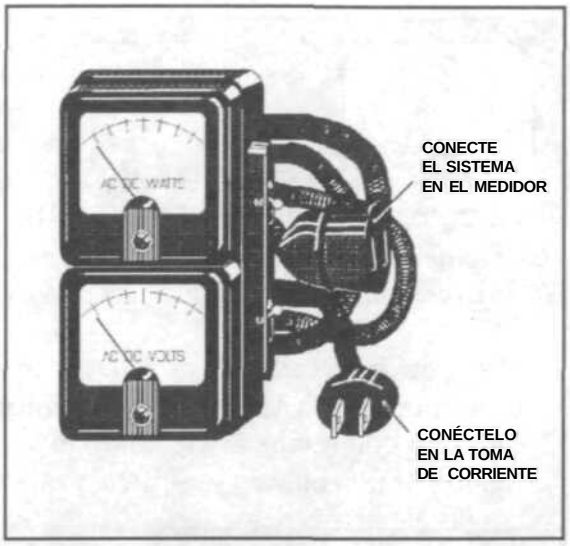


Fig. 59-5 En esta combinación de dispositivos, el voltímetro es el de abajo.

con un ohmetro, un medidor que vamos a discutir un poco más adelante.

Los ventiladores funcionan, pero el compresor no lo hace

Primero, revise el termostato. Tal vez esté defectuoso. Asegúrese de que la temperatura de la habitación sea superior a 24 °C (unos 75 °F). Ponga el termostato en la posición de mayor frío. Si el compresor no comienza a funcionar, haga un corto a través de las terminales del compresor. Si el compresor responde, reemplace el termostato. "Hacer un corto a través del termostato" quiere decir cerrar el circuito a través del termostato. Esto se puede hacer con un alambre de mandíbulas, que es un pedazo de alambre que lleva una pinza de mandíbulas en cada extremo (caimanes). Se les llama pinzas de mandíbulas porque tienen dientes y mandíbulas parecidas a las de los cocodrilos. Tenga cuidado con sus dedos: ¡las pinzas esas de cocodrilo lo podrían morder!

Los alambres de mandíbula se conocen también como alambres de puente, porque hacen posible "puentear" sobre las partes del sistema. Le permiten cerrar un circuito y dejar fuera la parte sobre la

Fig. 59-6 Las pinzas de mandíbulas o boca de caimán sujetan fuertemente cualquier cosa que se ponga en ellas.

que hizo el puente. También en este caso, el problema podría deberse a que haya alambres rotos o flojos. Revise el tendido eléctrico, así como las conexiones del compresor y del motor de arranque de la unidad.

Si la unidad tiene un capacitor de arranque, es posible que esté descompuesto. Cuando un capacitor de arranque se queda en el circuito unos segundos más de lo debido, se descompone. Existen diversos problemas por los cuales un capacitor podría quedarse demasiado tiempo en el circuito. Son los siguientes:

- Bajo voltaje
- Relevador en mal estado
- Ciclo reducido del compresor
- Falla del motor del compresor

Entonces, ¿qué significado tiene la falla del capacitor de arranque? Lo más probable es que indique la existencia de alguna otra falla, que seguramente será una de las que se enumeran arriba. Esto es especialmente cierto si el capacitor falla más de una vez. Si el capacitor de arranque tiene un corto, el resultado puede ser dificultades para arrancar y fusibles fundidos. Si sus conexiones internas están rotas, es posible que el compresor no arranque. La manera más sencilla de probar un capacitor es reemplazarlo por otro que uno sabe que está bien. Además, hay probadores para verificar la condición del capacitor. Cuando se solucione el problema, deshágase del capacitor viejo.

Tal vez haya fallado el capacitor de marcha. Esto haría que los ventiladores funcionaran, pero no el compresor. Pruebe el capacitor. También en este caso, la prueba más sencilla es reemplazarlo, o utilizar un probador. Si de esta manera se soluciona el problema, acuérdese de deshacerse del capacitor viejo. No lo eche en la caja de las herramientas, porque podría suceder que en su siguiente visita de servicio creyera que estaba bien y decidiera usarlo. ¿Y qué ocurriría entonces? Pues

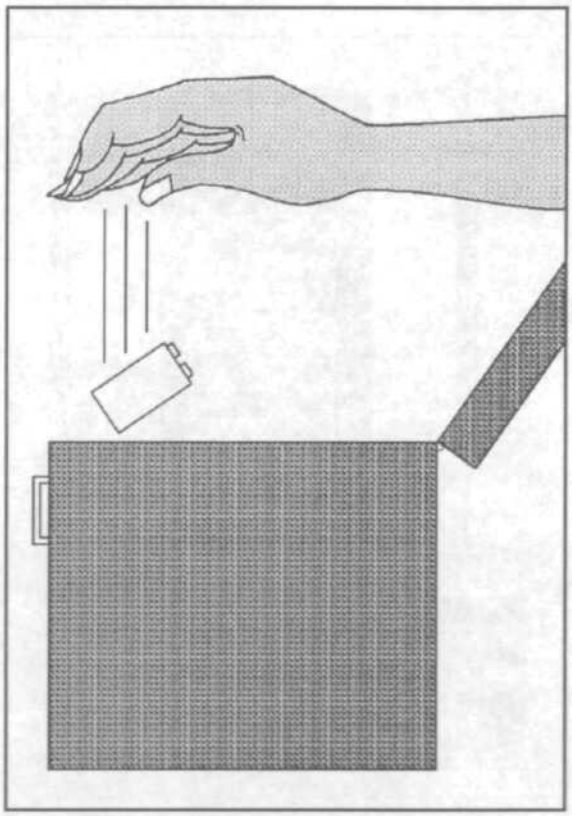


Fig. 59-7 No eche en la caja de herramientas un capacitor descompuesto. ¡Podría intentar usarlo otra vez!

que podría perder mucho tiempo antes de descubrir que la falla se debe precisamente al capacitor "nuevo" que usted instaló.

Si en el sistema se utiliza un relevador, es posible que éste se haya descompuesto. Las fallas más comunes de los relevadores son:

- Los contactos no se abren después de que el compresor arranca.
- Los contactos no se cierran mientras el compresor está arrancando.

Tal vez no funcione bien el protector de sobrecargas. O quizá el compresor esté sobrecalentado. En tal caso, el protector de sobrecargas simplemente está realizando su trabajo. Pruebe el compresor. Luego, pruebe el protector. Si está defectuoso, reemplácelo.

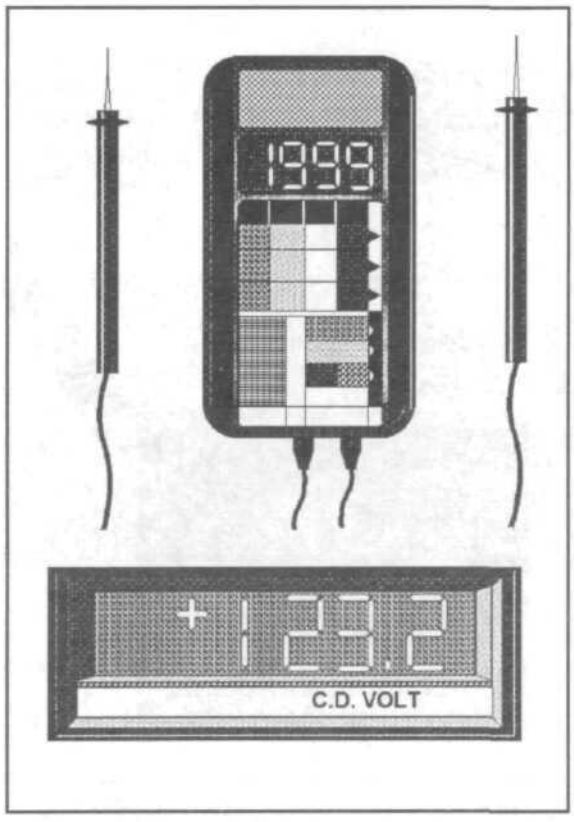


Fig. 59-8 Este dispositivo mide voltaje, amperios y ohms.

Otra de las causas de este problema es el bajo voltaje. Usted ya sabe cómo medir el voltaje.

Los fusibles de la unidad se funden

Esto se puede deber a un cortocircuito en el circuito eléctrico, o también a que el circuito de la unidad no esté bien hecho. Así que revíselo cuidadosamente. Tal vez haya fallado el capacitor de arranque, o el de marcha. Examínelos. Recuerde que una manera de hacerlo es reemplazarlos (o, podríamos agregar, utilizar un probador). Es posible que el compresor tenga un corto, o que esté atorado. Pruébelo bien. Si al compresor le cuesta trabajo arrancar, los fusibles se pueden fundir. Lo mismo puede ocurrir cuando el voltaje es bajo, y cuando hay un relevador defectuoso o un capacitor de arranque que tiene una falla. No descarte la posibilidad de que la capacidad de los fusibles no sea la correcta. Revíselos.

El compresor funciona de manera irregular

Esto significa que el compresor comienza a funcionar y se detiene casi de inmediato. No funciona el tiempo necesario para que la unidad pueda enfriar en forma debida. Esto puede ser causado por un bajo voltaje, así que verifique tanto el voltaje como el amperaje. El amperímetro le indica la clasificación de la unidad. ¿Se acuerda del wattímetro/voltímetro que le mostramos antes?

La Figura 59-8 muestra otro instrumento combinado. Fíjese en las puntas. Este es el tipo de dispositivo que se puede usar para rnedir el voltaje en un interruptor o un termostato. Si el bulbo calibrador del termostato no está en su posición correcta, es posible que se presente este problema. Si así sucede, póngalo en el sitio apropiado. El problema puede ser causado también por una falla del protector de

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completarlas siguientes afirmaciones.

1. Los sistemas de refrigeración se fabrican para que funcionen con un voltaje y una corriente determinados. El voltaje se indica en la_____de la unidad.
2. Los alambres de mandíbulas se conocen también como alambres de_____, porque hacen posible puentear sobre las partes del sistema.
3. Si el capacitor de arranque tiene un_____, el resultado puede ser dificultades para arrancar y fusibles fundidos.
4. Una causa de que los fusibles de la unidad se rundan puede ser que el voltaje es _____.
5. Una causa de que el compresor funcione de manera irregular se puede deber a que el bulbo del_____no esté en su posición correcta.

Respuestas

1. placa de datos 2. puente 3. corto 4. bajo 5. termostato

sobrecargas. Pruébelo, y según sea el caso repárelo o reemplácelo. Pruebe las temperaturas del compresor. Si la temperatura y el amperaje no son altos, pero aún así el protector de sobrecargas sigue haciendo que el compresor se detenga, reemplace el protector.

Los problemas mecánicos, igualmente, pueden ser causa de que el compresor funcione de manera irregular. Puede ocurrir que el aire que sopla por el condensador tenga alguna obstrucción. Revise el ventilador, así como cualquier otro objeto que pudiera obstruir el flujo del aire. Asegúrese de que el aire caliente descargado por el condensador no esté regresando hacia el mismo condensador. Tal vez sea necesario limpiar las aletas de la bobina del condensador, así como el filtro de aire. Recuerde que siempre que haga una visita de servicio, debe limpiar el condensador.

Cómo probar la eficiencia de una unidad

En los Estados Unidos de América todos los sistemas de enfriamiento que se venden para uso doméstico deben tener una clasificación de eficiencia, otorgada por el Departamento de Comercio de acuerdo con lo dispuesto por la ley. Esta clasificación se llama "Clasificación de Eficiencia Energética" (CEE), y debe aparecer en la unidad. Es la capacidad de enfriamiento, expresada en BTU por hora divididos por los watts de energía eléctrica utilizados. Como recordará usted, los BTU se usan para medir el efecto del enfriamiento. La CEE le indica cuánta energía se necesita para lograr un enfriamiento determinado. El Departamento de Comercio puso en vigor este sistema de clasificación con el objeto de ahorrar energía. Una unidad que tiene una alta CEE usará menos ener-

HALE		MODELOS1ES007224		SERIET892944		
		FECHA DE FABRICACION	V 115	PH 1	HZ 60	CEE
ACONDICIONADOR DE AIRE HALE		ESCALA DE VOLTAJE		R-22 20.5		PRUEBA
ENFRIAR	BTU/HR AHAM	7000		USE FUSIBLES DE RETRASO DE TIEMPO DE X5 AMPERIOS O RUPTORES DE CIRCUITO		
	AMPS AHAM		WATTS 8.4			
CALENTAR	BTU/HR					
	AMPS		WATTS			

Fig. 59-9 El Departamento de Comercio de los Estados Unidos exige que todas las unidades de refrigeración lleven una etiqueta como ésta.

gía para lograr la misma cantidad de enfriamiento que una unidad con una CEE más baja.

En muchas unidades se indica la CEE, mientras que en otras se proporcionan los datos necesarios para determinarla. Estudie la Figura 59-9. Como se puede ver, elimina 7,000 BTU por hora. La unidad debería consumir 840 watts para lograr este grado de enfriamiento. La CEE se obtiene dividiendo 7,000 entre 840. El resultado es 8.4, una clasificación bastante buena. Hay unidades que llegan a 9.9, que es todavía mejor. Recuerde que cuanto más alta sea la clasificación, tanto mayor es la eficiencia energética de la unidad.

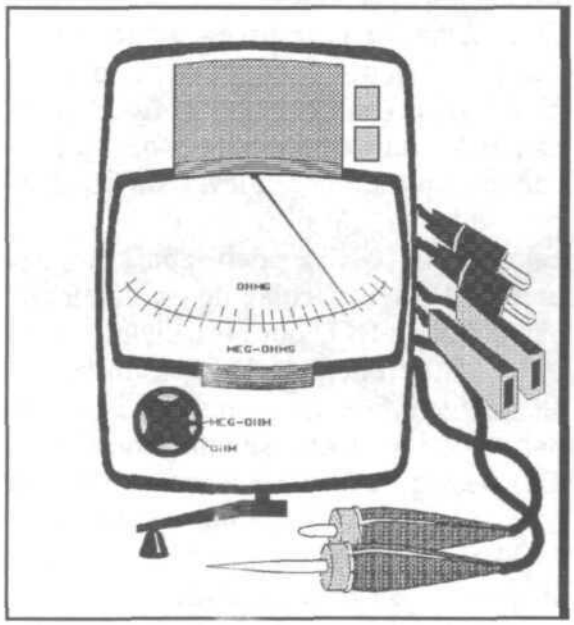


Fig. 59-10 El ohmetro que mide millones de ohms se llama megohmetro.

¿De qué manera se puede verificar el uso de la energía hecho por una unidad? Se comienza por verificar la cantidad de watts que utiliza cuando está en funcionamiento. Usted ya aprendió cómo se mide el wattaje. Como sabe, en caso de que se usen demasiados, o muy pocos, es porque existe un problema. Usted sabe también qué debe hacer cuando el motor no usa el wattaje correcto.

¿Cuál es el sistema de energía? Es el motor compresor. El motor es el corazón del sistema de enfriamiento. El sistema de energía se puede probar con un ohmetro. Este medidor se puede usar para que desempeñe las siguientes tareas de servicio:

- Medir resistencias
- Probar la continuidad
- Hacer pruebas rápidas de capacitores
- Probar algunas piezas de estado sólido

Para probar el sistema de energía, se utilizan un ohmetro y un voltímetro. El ohmetro es de un tipo especial, llamado megohmetro. Mide en millones de ohms. "Meg" significa millón. Los técnicos de habla inglesa lo llaman "megger".

Cuando use un megóhmetro, deje que la unidad funcione unos cuantos minutos para que se caliente el motor. Luego, desconéctela. No es necesario que esté conectada a la fuente de voltaje. Los megóhmetros tienen su propia fuente de poder. Producen voltaje mediante baterías. Este voltaje envía una pequeña cantidad de corriente a través de lo que se está midiendo. Lea siempre las indicaciones, y sígalas al pie de la letra. Puede ser peligroso usar un megóhmetro con una unidad que está conectada a una toma de corriente. Nunca use un megóhmetro en un ambiente explosivo, porque a veces producen chispas.

Lo primero que se debe hacer, cuando se va a usar un megóhmetro, es escoger la escala de resistencia apropiada. Luego, instale las puntas de prueba en los receptáculos correspondientes. Junte los extremos de las puntas y gire la perilla de ajuste hasta que el medidor indique una resistencia de cero. Al hacer esto, pone en cero el ohmetro. Cada vez que cambie de escala, ponga el ohmetro en cero. En caso de que el medidor no lo permita, reemplace las baterías.

Cuando se usa un ohmetro para probar la continuidad de un interruptor o de un alambre, la aguja debería marcar el cero. Esto significa que el circuito está cerrado. El interruptor, o el alambre, tiene continuidad. La corriente sí fluye por él. Pero si la aguja se queda en la posición de descanso, significa que el circuito está abierto. El interruptor, o el alambre, no tiene continuidad, la corriente no fluye por él. Si la aguja se detiene entre el cero y el infinito, ésa es la resistencia del interruptor o el alambre. Si la aguja apunta al infinito, la resistencia es muy alta. Es probable que el circuito esté abierto. La Figura 59-10 muestra un megóhmetro.

Si las terminales de un compresor no están marcadas, se pueden localizar usando un megóhmetro. También puede usarse para probar los devanados del compresor.

Localización de las terminales del motor compresor

Frecuentemente, el compresor está marcado, pero incluso si no lo está se pueden localizar las terminales. Primero, dibuje en un papel el sitio en que se encuentran las terminales. Luego, use un ohmetro para hallar las resistencias entre una y otra terminal. Marque las resistencias en el papel. La mayor resistencia se encuentra entre las terminales de arranque y de marcha. La siguiente en tamaño estará entre las terminales de arranque y las comunes. La menor resistencia se encuentra entre las terminales de marcha y las comunes.

Ahora, en su papel, marque las terminales con las letras "C", "A" y "M". Cuando sume las resistencias entre comunes y de arranque y comunes y de marcha, serán iguales a la resistencia entre terminales de marcha y de arranque.

Prueba de los devanados

Antes de comenzar este paso, deje que el motor funcione durante unos minutos, para que esté caliente antes de que pruebe los devanados. Cerciórese de que los devanados no estén conectados a tierra. Para ello, fije el megóhmetro en su valor más alto de resistencia. Conecte uno de los contactos del medidor en la caja del motor. Luego, con el otro contacto, toque cada terminal, una a la vez. Si el motor tiene un caballo de fuerza (HP) o menos, encontrará que hay por lo menos un millón de ohms entre la caja y los devanados del motor. En ocasiones, las especificaciones del fabricante indican un número diferente. En tal caso, guíese por las especificaciones. Los motores de más de un caballo de fuerza deberían mostrar en el medidor por lo menos 1,000 ohms.

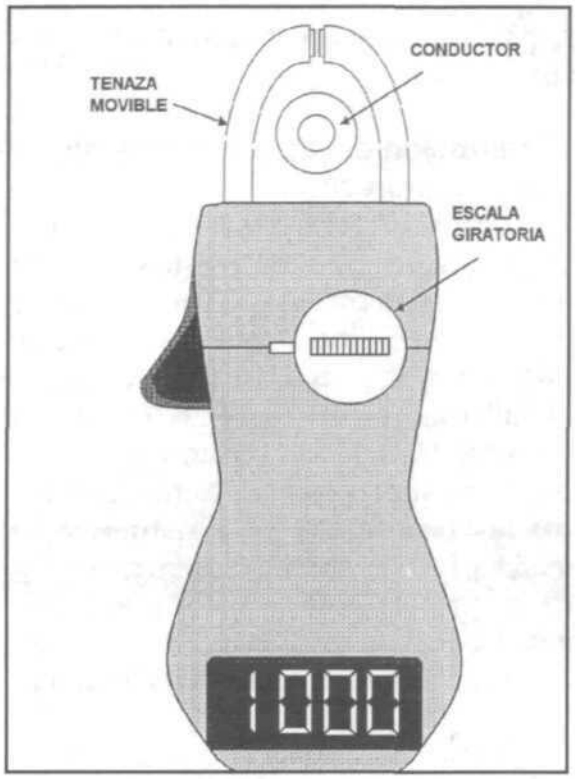


Fig. 59-11 Este es un volt-ampere-ohmetro de tipo abrazadera.

Cuando un devanado esté conectado a tierra, pruebe los contactos del estator. Estos son los contactos con la parte del motor que no tiene movimiento. Si los contactos del estator están bien, reemplace el compresor.

Si el megóhmetro muestra una lectura de infinito, quiere decir que el devanado se ha separado del motor. Por lo tanto, el motor no funcionará. Si el devanado tiene un corto, la lectura del megóhmetro será más baja que la normal. Esto indica que el aislante se ha roto. Parte del devanado queda fuera del circuito. Es muy difícil determinar si un devanado tiene un corto. Para probar si un devanado está separado o tiene un corto, se debe usar la escala R x 1 del megóhmetro. Luego, hay que ponerlo en cero. Asegúrese de que las terminales del motor estén limpias. Conecte uno de los contactos del medidor con una de las terminales. Luego, toque las otras terminales, una por una. En caso de que la lectura o lecturas sean distintas de las especificadas, sabrá que el devanado del motor está defectuoso. Será necesario reemplazar el compresor.

Prueba de los capacitores

Los capacitores de arranque se usan como ayuda para que el motor arranque. Los capacitores de marcha se usan por dos razones. Porque aumentan la eficiencia y la potencia de los motores. Con frecuencia, los sistemas de energía tienen problemas causados por capacitores defectuosos. Se deben hacer pruebas para determinar si hay cortos, circuitos abiertos, tierras o insuficiente capacidad de microfaradios. Estas pruebas se hacen con un voltímetro. De ser posible, conviene usar un medidor de tipo especial como el ilustrado en la Figura 59-11.

El medidor de la Figura 59-11 es un voltímetro-amperímetro de núcleo dividido, y tamaño de bolsillo. Tiene una escala giratoria que se puede fijar en cualquiera de las numerosas gamas de voltaje o corriente. Cuando se usa este medidor para verificar una línea, no se necesita retirarla de su fuente de energía.

Para saber si un capacitor está conectado a tierra, primero se fija el medidor en la gama de voltaje correcta. Luego se conecta con la línea y el capacitor. La Figura 59-12 muestra la manera de hacerlo.

Si la lectura del voltaje indica la cantidad total de la línea (120 ó 240), el capacitor está conectado a tierra con su caja. Si la lectura indica un voltaje algo inferior al de la línea, es que tiene una tierra de alta resistencia. Si la lectura del voltaje es pequeña o inexistente, el capacitor no está conectado a tierra. Si está conectado, reemplácelo.

Para probar la capacidad de los capacitores, fije el medidor en la gama de voltaje correcta. Luego, fíjelo en la gama de corriente correcta y lea en el medidor qué

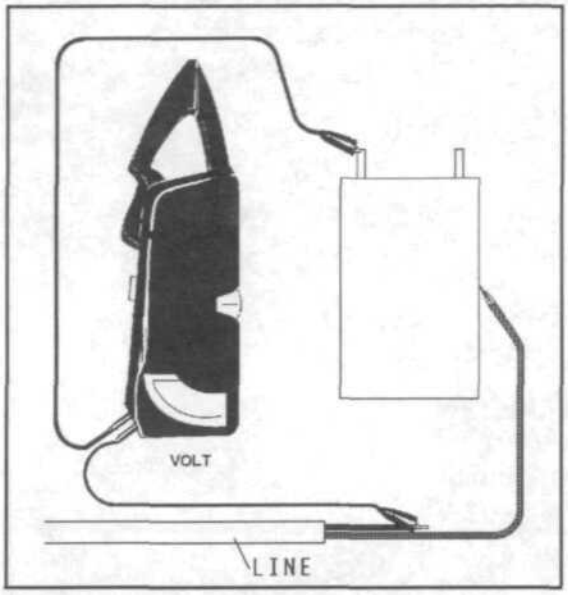


Fig. 59-12 Los capacitores se pueden probar de esta manera.

corriente tiene el capacitor. En caso de que esté probando un capacitor de arranque, no lo deje más de unos cuantos segundos en la línea. Tenga presente que estos capacitores están clasificados en microfaradios. Para calcular los microfaradios, utilice la siguiente fórmula:

$$\text{Microfaradios} = \frac{2650 \times \text{amperios}}{\text{voltios}}$$

Si el capacitor está abierto, se dará cuenta inmediatamente, porque no habrá ninguna lectura de corriente. Si tiene un corto, también lo sabrá de inmediato. El fusible se fundirá cuando la línea del interruptor sea conectada para medir el voltaje de la línea. Los capacitores que estén abiertos o que tengan un corto, deben ser reemplazados.

Puede suceder que usted no tenga el capacitor de repuesto indicado cuando lo necesite. Por lo tanto, le conviene saber cómo sustituirlo. Las reglas que damos a continuación le serán útiles cuando reemplace cualquier capacitor:

- El voltaje del capacitor de repuesto debe ser igual o mayor que el del capacitor original.
- La capacidad del capacitor de repuesto debe ser igual, o no mayor del 20 por ciento, que la del capacitor original.

Cuando reemplace cualquier capacitor de arranque:

- La capacidad del capacitor de repuesto no debe ser ni mayor ni menor del 10 por ciento con respecto a la del capacitor original.

Cuando reemplace cualquier capacitor en paralelo:

- El capacitor de repuesto debe tener una clasificación en voltaje igual o superior a la del capacitor original.
- La clasificación total en microfaradios es la suma de las clasificaciones en microfaradios de todos los capacitores.

Cuando reemplace cualquier capacitor en serie:

- La suma de los voltajes debe ser igual o superior al voltaje del capacitor original.
- La capacidad total de los capacitores en serie se determina multiplicando las capacidades y dividiendo ese producto entre la suma de las capacidades.

Veamos un ejemplo en el que se aplica esta última regla. CT es la capacidad total. Cl y C2 son los capacitores en paralelo. Por lo tanto, CT es igual a Cl multiplicada por C2 y dividida entre Cl más C2. Pongámosle unos valores fáciles para ver cómo resulta. Digamos que Cl es igual a 8 y C2 es igual a 12. Así, CT = 8 x 12 dividido entre 8 + 12, ó 96 dividido por 20, lo cual es igual a 4.8.

Estas reglas, así como los métodos para probar el sistema de energía, son importantes. La unidad debe conservar energía y enfriar de la mejor manera posible. Para

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V si considera verdadera la afirmación, o la letra F si la considera falsa.

1. La eficiencia de una unidad es la capacidad de enfriamiento expresada en BTUs por hora dividida por los watts de energía eléctrica utilizados.	F	V
2. Cuando se usa un ohmetro para probar la continuidad de un interruptor o de un alambre, la aguja deberá permanecer en cero.	F	V
3. Cuando un devanado de un motor está conectado a tierra, se deben de probar los contactos del estator.	F	V
4. Al probar un capacitor con un multiprobador, si la lectura del voltaje es pequeña o inexistente, entonces el capacitor está a tierra.	F	V
5. Al reemplazar un capacitor de marcha, la capacidad del capacitor de repuesto no debe ser ni mayor ni menor del 10% con respecto a la del capacitor original.	F	V

Respuestas

1. V 2. F (La aguja debe de moverse del cero.) 3. V 4. F (No está conectado a tierra.) 5. V

ello, debe consumir y utilizar la cantidad de corriente apropiada. Todas sus piezas deben funcionar en la forma debida.

Evacuación del sistema de refrigeración

La evacuación es un procedimiento que elimina del sistema de refrigeración todos los vestigios de aire, de agua y del refrigerante anterior. Se conoce también como deshidratación. Se realiza con una bomba de vacío, sobre la que trataremos más adelante. Existen tres razones importantes para evacuar los sistemas de refrigeración. Dichas razones son:

- Que se abra el sistema para repararlo
- Que el sistema tenga aire
- Que el sistema tenga humedad

Cuando se abre un sistema para repararlo, le entra el aire. En el siguiente epígrafe hablaremos sobre por qué se le debe quitar el aire al sistema. Veremos también por qué se debe eliminar la humedad. Por ahora, le enseñaremos los aspectos básicos de la evacuación de los sistemas de refrigeración.

Los modernos sistemas de evacuación dejan los sistemas muy limpios. Una buena bomba de vacío elimina 99.99% del aire, y toda la humedad. La evacuación

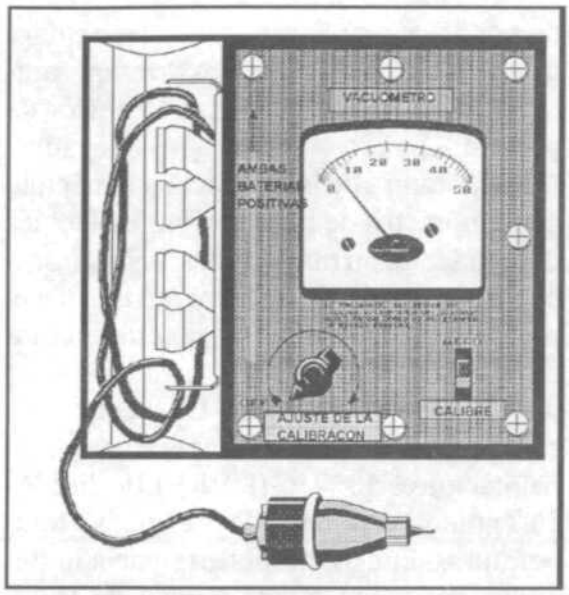


Fig. 59-13 Manómetro electrónico para medir altas presiones en micrones.

puede tomar desde 15 minutos hasta dos semanas. Depende de los siguientes factores:

- El tamaño de la bomba de vacío
- El tipo de bomba de vacío
- El diámetro de la manguera de conexión
- La cantidad de aire y humedad que tiene el sistema
- El tipo de sistema

Cuando se alcanza un vacío regular de 29" (es decir, pulgadas de Hg, o mercurio, en el manómetro), se elimina 97 por ciento del aire. Esta lectura se puede obtener con un manómetro de presión común y corriente. Se sabe que la evacuación se ha terminado, cuando la lectura del vacío en micrones es correcta. Para medirla, se usa un vacuómetro electrónico de vacío, que mide el nivel del vacío en micrones. La eliminación de la humedad comienza sólo cuando el vacío desciende por debajo de 29". Ahí es donde empieza el nivel de vacío en micrones.

El manómetro ilustrado en la Figura 59-13 lee hasta 25 micrones. Está alimentado por dos baterías de tipo célula D. La eliminación de la humedad comienza cuando el manómetro de micrones llega a una lectura de 5,000.

Cuando un sistema no bombea hasta 5,000 micrones, es posible que tenga cualquiera de estas tres fallas. Tal vez haya una fuga en las conexiones del vacío. Posiblemente el aceite de la bomba de vacío tenga materias extrañas. Tal vez haya una fuga en el sistema. Determine cuál de estas fallas es la causante del problema. En lecciones anteriores aprendió usted cómo se localizan las fugas. Lo veremos otra vez más adelante. También le daremos más información sobre las bombas de vacío y de la manera de darles mantenimiento.

A medida que el sistema bombea hasta alcanzar entre 5,000 y 500 micrones, se va eliminando la humedad.

Una vez que el manómetro desciende hasta su máximo por debajo de 500 micrones, hay que cerciorarse de que se haya eliminado toda la humedad. Le diremos cómo hacerlo. Cierre la válvula de la bomba de vacío, y detenga la bomba. Espere cinco minutos. Si el vacío asciende a más de 1,000 micrones, la evacuación no se ha terminado o el sistema tiene una fuga pequeña. Para determinar cuál es el caso, haga esto: Ponga en servicio la bomba, y abra la válvula. Repita la evacuación hasta el máximo por debajo de 1,000 micrones. Cierre la válvula y detenga la bomba. Si el vacío se fuga hasta el mismo nivel de antes, significa que el sistema tiene una fuga. Si el incremento es más bajo y más lento que antes, quiere decir que el sistema todavía tiene una pequeña cantidad de humedad. Siga bombeando, verifique el resultado, vuelva a bombear y a verificar el resultado, hasta que el vacío se mantenga en 1,000 micrones o menos.

TEMPERATURA	ENFRIADOR				
	R-11	R-12	R-22	R-500	R-502
70	2.6	70.1	122.5	85.8	136.8
75	.4	76.9	133.4	93.9	148.0
80	1.6	84.1	145.0	102.5	159.9
85	3.2	91.7	157.2	111.5	172.5

Fig. 59-14 Parte de una tabla de temperaturas y presiones.

El aire y la humedad en el sistema de refrigeración

Como usted sabe, se debe eliminar del sistema de refrigeración todo el aire y la humedad que sea posible. El sistema no funciona como debiera si tiene aire o humedad. Cuando hay aire en el condensador, la presión de caída aumenta más de lo debido. Incluso puede aumentar por encima de la presión que corresponde a la temperatura necesaria para condensar el gas refrigerante. Si la presión aumenta, la temperatura aumenta. Si el aumento es muy grande, puede hacer que el interruptor de presión o el protector de sobrecargas detengan el funcionamiento del compresor.

Mediante un proceso químico, el aire reacciona al aceite refrigerante. Esto es particularmente cierto a altas temperaturas. El aire afecta al aceite, y el producto se acumula en la zona de la válvula de descarga. Como consecuencia, las válvulas se ponen pegajosas y les aparecen fugas; además, el refrigerante se descompone. Produce ácidos y el compresor se estropea.

Para probar si hay aire en el sistema, detenga el compresor y déjelo así el tiempo necesario para que todo el sistema llegue a la temperatura de la habitación. Quítele al condensador su abastecimiento de agua. Si se trata de un condensador enfriado por agua, extráigasela toda. Necesitará usted su tabla de presiones y temperaturas, así como un juego de manómetros de presión. Cuando el sistema haya llegado a la temperatura de la habitación, conéctele un manómetro de alta presión. La lectura deberá ser de no más de unas 10 psi (libras por pulgada cuadrada) por arriba de la presión correspondiente a la temperatura de la habitación.

Veamos un ejemplo. El sistema usa refrigerante R-12. La temperatura de la habitación es de 27 °C (80 °F). Localice los 26.7 grados en su tabla de presiones y temperaturas. Luego, desplácese hacia la derecha, hasta que quede debajo de R-12. Con esa temperatura, la presión debería ser de 84.1 psi. De manera que la lectura en el manómetro de alta presión debería ser de unas 94.1 psi. Si la lectura es mayor, quiere decir que el sistema tiene aire. También podría haber otros gases. Pero se debe evacuar el sistema.

El aire también retiene alguna humedad. Cuanto más caliente está, más humedad retiene. La humedad es muy perjudicial para cualquier sistema de enfriamiento. Usted ya lo sabe, pero vamos a verlo de nuevo.

El agua le causa más daño a los sistemas de enfriamiento que cualquier otra sustancia. Mezclada con el refrigerante, forma ácidos. Cuando se mezcla con refrigerantes de haluro, hasta una pequeña cantidad de agua forma ácidos. Como sabemos, los ácidos dañan el metal y son causantes de la corrosión.

El sedimento se forma cuando el agua se mezcla con las materias extrañas que hay en el sistema. El sedimento puede ser viscoso o puede ser duro. Puede obstruir el dispositivo para el control del flujo y formar acumulaciones en el sistema que no dejan que el refrigerante fluya. También puede tapar las válvulas.

Es muy importante que los sistemas herméticos se conserven libres de agua. En esas unidades, el refrigerante fluye tanto dentro como alrededor del motor. El agua puede estropear el motor; y cuando eso sucede, se quema. Entonces, las materias extrañas comienzan a fluir por el sistema, que acaba por contaminarse totalmente.

Como puede ver, la presencia de agua y de humedad en el sistema pueden ser causas de que el compresor se queme.

La temperatura ambiente y la evacuación

La temperatura ambiente es la temperatura del aire circundante. Es también la de una habitación. La temperatura ambiente es cualquier temperatura que tenga la habitación en la que se localiza un sistema de enfriamiento. Por lo tanto, la temperatura ambiente no permanece estable sino que cambia. Varía de lugar a lugar y de un momento al otro.

Cuando se va a evacuar un sistema, lo mejor es que el evaporador se encuentre a temperatura ambiente. De no ser así, siga los pasos siguientes. En un modelo que no produzca escarcha, ponga el contador del tiempo de deshielo en la posición de deshielo; y tan pronto como termine el ciclo de deshielo, desconecte la unidad. Tratándose de otros modelos, desconecte la unidad y ponga unas bandejas con agua caliente en el congelador. Cuando el evaporador se encuentre a la temperatura de la habitación, el sistema puede ser purgado del refrigerante. Coloque una manguera en el puerto de carga y diríjala hacia el exterior, pues hay que evitar descargar el refrigerante en la habitación. Interferirá con las pruebas de fugas. Además puede resultar perjudicial si hay alguna flama en la habitación. Recuerde que, en presencia de una flama, el refrigerante de haluro produce un gas venenoso.

La bomba de vacío que se utiliza para evacuar el sistema reduce la presión de éste. Eso permite que la temperatura ambiente hierva la humedad que tiene el sistema, hasta eliminarla.

Bombas de vacío

Las bombas de vacío son muy similares a las aspiradoras. Atraen hacia sí el material indeseable que hay en los sistemas de refrigeración, de la misma manera que las aspiradoras absorben la basura. Entre el material indeseable se cuentan la humedad, el aire, los ácidos y el sedimento.

Hay dos tipos básicos de bombas de vacío: la de tipo bajo y la de tipo alto. La bomba de tipo bajo es más popular, porque cuesta menos. Pero debido a sus limitaciones resulta más costosa a la larga. Antes de discutir sobre las bombas, vamos a compararlas.

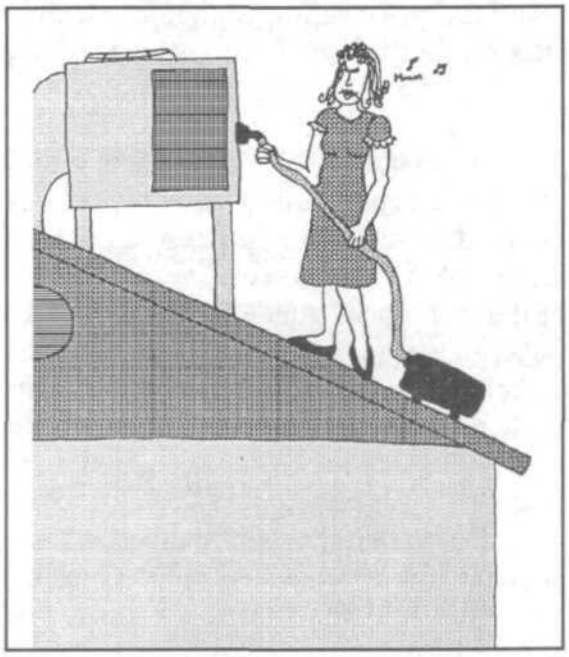


Fig. 59-15 Las bombas de vacío "limpian" los sistemas de refrigeración del mismo modo que las aspiradoras limpian las habitaciones.

BOMBA DE BAJO VACIO	BOMBA DE ALTO VACIO
limitada al método de evacuación múltiple	sólo puede evacuar mediante alto vacío
el sistema debe ser calentado para que evacué sólo mediante vacío	puede usar el método de evacuación múltiple
bombea con lentitud	bombea con rapidez
requiere cálculos para saber cuándo está completa la evacuación	usa un vacuómetro electrónico para mostrar cuándo está completa la evacuación
no puede detectar fugas pequeñas o humedad	es un confiable indicador de fugas y humedad
	muestra la presión propia de la bomba
	muestra la presión fianl equilibrada del sistema

Fig. 59-16 Una comparación de las bombas de bajo y alto vacío.

En nuestro ejemplo anterior sobre la evacuación del sistema de enfriamiento, usamos una bomba de alto vacío. Como se aprecia en la Figura 59-15, aunque la bomba de bajo vacío cueste menos, a la larga resultará más costosa. El método de evacuación múltiple no hace una evacuación tan completa como el alto vacío por sí solo. No se puede usar un manómetro electrónico, por lo que se tienen que hacer cálculos. Así se expone uno a cometer errores matemáticos. Todo el proceso es mucho más lento. Y el tiempo es dinero. La bomba de alto vacío puede detectar incluso fugas muy pequeñas y cantidades mínimas de humedad que tenga el sistema. La bomba de bajo vacío no lo puede hacer. Podría verse obligado a regresar la siguiente semana, para repetir el proceso de principio a fin. De manera que, en realidad, no hay nada favorable que pueda decirse sobre la bomba de bajo vacío. Cada vez son menos y menos los técnicos y los talleres que la utilizan.

Hay dos tipos de bombas de alto vacío: la de paletas deslizantes y la de leva y pistón. Ambas son buenas para las aplicaciones de las bombas de alto vacío, pero la que se prefiere por lo general es la de leva y pistón. En caso de que se descomponga, puede ser reparada sobre el terreno, y su mantenimiento es sencillo, ya que no se requieren ni habilidades ni herramientas especiales para ello. Sus piezas son más fuertes y sus cojinetes más pesados. Puede usarse para trabajo pesado y continuo. Su

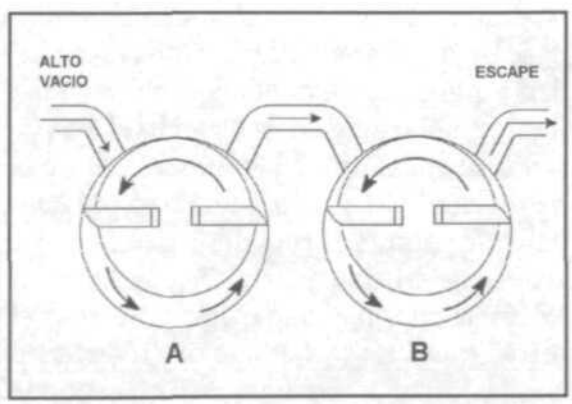


Fig. 59-17 Bomba rotatoria de alto vacío, de dos etapas.

costo inicial es mayor, pero a la larga más económico.

¿Cómo se determina el tamaño de la bomba de vacío que se debería utilizar para evacuar una unidad? De acuerdo con la longitud y diámetro de la manguera que va a evacuarse. En otras palabras de acuerdo con el volumen de la manguera que se va a evacuar. En este caso, no importan ni el caballaje ni la clasificación en BTU que tenga la unidad.

Mantenimiento de bombas de vacío

Uno de los elementos más importantes para el cuidado de una bomba de vacío es el aceite especial para bombas de vacío, el cual tiene dos funciones. Una es la de lubricar la bomba y la otra la de actuar como un sellador. Los requisitos para este aceite son:

- Baja presión del vapor que no aumenta mucho hasta los 40 °C (unos 125 °F).
- Una viscosidad bastante baja para usarlo a 16 °C (unos 61 °F), pero moderadamente constante hasta los 40 °C (unos 125 °F).

Para satisfacer estas necesidades, se puede usar un aceite con base de parafina y baja presión de vapor que tenga una viscosidad de entre 300 y 38 °C (unos 100 °F). El índice de viscosidad de este aceite está en la gama de 95-100.

Problemas del aceite

Muchos aceites cumplen estas normas, pero no limpian al lubricar. No mantienen los sólidos en suspensión, por lo que los sólidos del sistema de enfriamiento caen al fondo de la bomba. Estos aceites reaccionan con el oxígeno. Debido a todo esto, es necesario que de vez en cuando la bomba sea lavada por inundación. Para el mantenimiento de la bomba siga los pasos que se enumeran abajo:

- Cuando la bomba sea nueva, use aceite para bombas de vacío.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo el término entre paréntesis que complete las siguientes afirmaciones.

1. En un sistema de refrigeración, cuando se alcanza un vacío regular de 29" de mercurio, se elimina un (97%, 99%) del aire.
2. La humedad es muy (benéfica, perjudicial) para cualquier sistema de refrigeración.
3. Las bombas de vacío son muy similares a las (lavadoras de aire, aspiradoras).
4. Hay dos tipos de bombas de alto vacío: la de paletas deslizantes y la de (leva y pistón, impulsor rotativo).
5. Para satisfacer las necesidades de un sistema de refrigeración, se debe emplear aceite lubricante que tenga un índice de viscosidad de (97-100, 95-100).

Respuestas

1. 97% 2. perjudicial 3. aspiradoras 4. leva y pistón 5. 95-100

- Cambie el aceite después de que haya estado trabajando entre cinco y diez horas.
- Posteriormente, cambie el aceite por lo menos una vez por cada treinta horas de trabajo o cuando se ponga muy oscuro.

Cuando una bomba que se está utilizando tiene aceite que no se ha cambiado desde hace tiempo, haga lo que se indica abajo:

- Purgue el viejo aceite.
- Reemplace el aceite viejo con aceite de doble función para bombas de vacío.
- Hágala funcionar por diez horas y purgúela.
- Llénela con aceite para bomba de vacío de doble función.
- Hágala funcionar diez horas y purgúela.
- Vuelva a llenarla de aceite para bomba de vacío.
- Cambie el aceite por lo menos cada 30 horas de funcionamiento.

Resumen

Antes de que comenzara usted esta lección, ya sabía mucho acerca de la investigación de las fallas de los sistemas de refrigeración. Ya conocía muchos de los métodos que se utilizan para ello. Sabía cómo encontrar lo que no estaba funcionando, cómo determinar el problema y cómo solucionarlo.

En esta lección se ha reforzado su pericia para encontrar y solucionar fallas del sistema. Se han incrementado sus conocimientos sobre el tema, y se han revisado muchos aspectos que usted ya estudió en lecciones anteriores. Ahora ya sabe la manera de organizar toda esa información de tal modo que le ayude a ofrecer un mejor servicio.

Sea el problema que sea, sólo tiene unas cuantas causas probables. Descríbalo por escrito, enumere las causas probables y luego verifique todas esas causas hasta que encuentre la verdadera. Luego, repárela. Esto es una buena parte de lo que el técnico de servicio hace. Quienes saben cómo investigar, y cómo hallar las fallas, son buenos técnicos.

¡Ya está listo para profundizar en el tema en la siguiente lección!

...y **después, ¿qué sigue?**

¿De cuántas maneras mide un vacuómetro al vacío? ¿En qué se diferencia un manómetro de alta presión de un manómetro compuesto de presión? ¿Cómo se inicia la evacuación de un manómetro compuesto? ¿Qué es un vacuómetro electrónico de vacío? ¿Cuáles son los gases inertes más utilizados para la presurización? ¿Cuántos pasos se deben seguir para presurizar un sistema de refrigeración? ¿Influye en las fugas el tamaño de las moléculas del refrigerante? ¿Cuántas maneras principales hay de detectar una fuga? ¿Cuál es la mejor manera de detectar una fuga? ¿Cuáles son los métodos básicos para cargar un sistema? ¿Cuántas aberturas tiene una válvula de servicio de dos sentidos para la recepción de líquidos?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* **Escoja una sola respuesta para cada pregunta.** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. Los compresores que se usan en los acondicionadores de aire del tipo de ventana son similares a los que se usan en
a. los refrigeradores comerciales.
b. los refrigeradores domésticos.
c. los refrigeradores industriales.
d. los sistemas automotrices.

2. Los capacitores de marcha mejoran el funcionamiento del motor del
a. ventilador.
b. soplador.
c. condensador.
d. compresor.

3. Los voltios son unidades de
a. energía eléctrica.
b. presión.
c. vacío.
d. temperatura.

4. Si **al compresor de un sistema de refrigeración le cuesta trabajo arrancar, los fusibles se pueden**
a. brincar.
b. pontear.
c. fundir.
d. recargar.

Recorte aquí el talón de respuesta y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de lección L459

5. La clasificación de Eficiencia Energética (CEE) **indica cuanta energía se necesita para lograr**

a. un enfriamiento determinado.
b. una potencia determinada.
c. un calor determinado.
d. un voltaje determinado.

6. El ohmetro es un instrumento que sirve para medir

a. voltaje.
b. corriente.
c. potencia.
d. resistencia.

7. Para probar la capacidad de los capacitores, se debe fijar el medidor en la gama

a. mayor.
b. correcta.
c. menor.
d. media.

8. A medida que un sistema bombea hasta alcanzar entre 5,000 *y* 500 micrones, se va eliminando la

a. presión.
b. fuga.
c. humedad.
d. falla.

9. Es muy importante que los sistemas herméticos se conserven libres del

a. aceite.
b. agua.
c. refrigerante.
d. aire.

10. La bomba de alto vacio puede detectar incluso fugas

a. grandes.
b. leves.
c. prolongadas.
d. pequeñas.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción....3
1. Definiciones y descripciones....3
2. Vacuómetros....3
3. Evacuación con una manómetro compuesto....5
4. Manómetros de mercurio y vacuómetros electrónicos de vacío....6
5. Evacuación triple....8
6. Términos de las pruebas de presión....9
7. Cómo presurizar un sistema de refrigeración....10
8. La seguridad durante la presurización....11
9. Cómo hallar las fugas....11
10. Detectores de fugas....12
11. Cómo cargar un sistema....16
12. Carga de vapor por el lado de baja....17
13. Carga de líquido por el lado de alta....18
14. Resumen....21
15. Tareas prácticas....21
16. Examen..., ...25

Problemas principales de la refrigeración (Segunda parte)

L460 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Vacuómetros, 3

Evacuación con una manómetro compuesto, 5

Manómetros de mercurio y vacuómetros electrónicos de vacío, 6

Evacuación triple, 8

Términos de las pruebas de presión, 9

Cómo presurizar un sistema de refrigeración, 10

La seguridad durante la presurización, 11

Cómo hallar las fugas, 11

Detectores de fugas, 12
- El método de la solución jabonosa, 12
- Cómo localizar fugas con un detector de haluro, 13

Cómo cargar un sistema, 16

Carga de vapor por el lado de baja, 17

Carga de líquido por el lado de alta, 18

Resumen, 21

Tareas prácticas,
Aplicación del método de evacuación triple, 21

Examen, 25

Introducción

En esta lección, usted podrá aumentar sus conocimientos sobre las bombas de vacío. Aumentará igualmente sus conocimientos sobre la evacuación y la carga de los sistemas de refrigeración. Más adelante, dedicaremos especial atención a la investigación de las fallas de los sistemas que proporcionan confort.

Le recomendamos que lea usted cuidadosamente su lección, pues en ella seguramente encontrará la forma de reparar fallas que se presenten en el sistema.

Como técnico de servicio de REAC, hay muchas habilidades extremadamente importantes. Es necesario que usted sepa cómo y porqué funcionan los sistemas de refrigeración. También necesita tener "habilidades interpersonales". Los técnicos necesitan interactuar con clientes, jefes y posibles compañeros de trabajo. Otra habilidad muy importante que necesita tener y mejorar es la de la investigación de fallas. Estudiando cuidadosamente cada una de sus lecciones le permitirá, al concluir su curso, ser un experto en la investigación de fallas. Esto quiere decir que será un técnico excelente.

Definiciones y descripciones

CARGA *(charge).* La cantidad de refrigerante en un sistema.

DETECTOR DE FUGAS *(leak detector).* Equipo o instrumento tal como una antorcha halógena, un aspirador electrónico, o una solución de jabón usada para detectar fugas.

LADO DE ALTA *(high side).* Parte del sistema refrigerante que está bajo presión de condensación o alta presión.

LADO DE BAJA *(low side).* Parte del sistema refrigerante que tiene una presión menor, la de evaporación.

MANÓMETRO *(gauge, gage).* Instrumento para medir la presión de gases y vapores. La presión de gas es balanceada con una columna de líquido tal como mercurio, en un tubo en forma de U.

MANÓMETRO COMPUESTO *(compoundgauge).* Un equipo construido para sostener los medidores compuesto y de alta presión, y con válvulas para controlar el flujo a través de él.

VACIADO *(evacuaíion).* Expresión que indica la acción de remover refrigerante de una parte o de todo el sistema refrigerante. También se denomina evacuación.

Vacuómetros

Hay manómetros especiales que sirven para indicar el vacío que hay en el sistema conforme éste es bombeado. El vacío es una presión más baja que la presión atmosférica. Los vacuómetros miden el vacío de cuatro maneras, que se enumeran a continuación:

- En pulgadas de mercurio ("Hg)
- En libras por pulgada cuadrada, presión absoluta
- En milímetros de mercurio (mmHg)
- En torrs o micrones (para altos grados de vacío)

En esta lección, aprenderá acerca de tres de dichos manómetros. Son los siguientes:

- Manómetros compuestos
- Vacuómetros electrónicos de vacío
- Manómetro de mercurio

En una de las lecciones anteriores estudiamos los manómetros compuestos. La Figura 60-1 muestra los manómetros que se deben conectar en un sistema de refri-

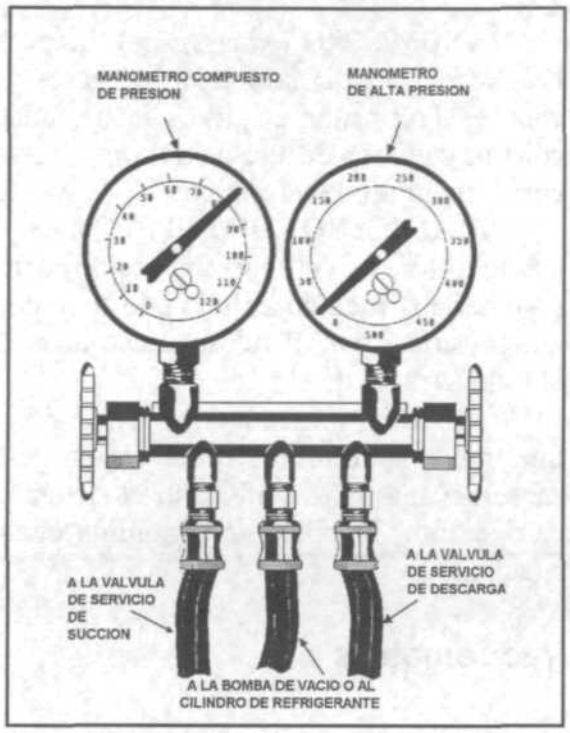


Fig. 1-1 Lectura de manómetros, y sitios donde se conectan al sistema de refrigeración para darle servicio.

geración para que pueda desempeñar determinado servicio. Uno de los servicios que desempeñará usted con frecuencia será evacuar el sistema.

Como se ve en la ilustración, hay dos manómetros. Uno es un manómetro de alta presión y el otro un manómetro compuesto de presión. Hay tres mangueras. Una de ellas lleva a la válvula de servicio de succión. En una de las lecciones anteriores tratamos sobre las válvulas de servicio. La de succión se encuentra en el lado de succión del compresor. Este es el lado de baja presión. El manómetro compuesto de presión se usa para leer la baja presión.

La segunda manguera lleva a una bomba de vacío o a un cilindro de refrigerante. Lo cual quiere decir que se usa para vaciar o cargar el sistema. La tercera manguera lleva a la válvula de servicio de descarga, que se encuentra en el lado de descarga del compresor. Este es el lado de alta presión. El manómetro se usa para leer la alta presión.

Observe otra vez el manómetro compuesto. Los manómetros compuestos miden tanto la presión como el vacío. El vacío es una presión inferior a la presión atmosférica normal al nivel del mar (14.7 psi). Las presiones de O a 29.92"Hg (en otras palabras, 29.92 pulgadas de mercurio) son vacíos parciales. Como dijimos, la presión atmosférica normal es de 14.7 psi (libras por pulgada cuadrada). Los manómetros compuestos miden presiones superiores a la presión atmosférica normal. Las miden en psi, desde O hasta 50, ó de O a 120 psi, ó de O a 250 psi. Además, mide presiones inferiores a las presiones normales del aire. Las mide en "Hg (pulgadas de mercurio), desde O hasta 30 (29.97).

Cuando se alcanza un vacío de 29"Hg, se ha eliminado 97 por ciento de todo el aire. Esta lectura se puede hacer con una manómetro compuesto de presión. Se sabe que la evacuación ha terminado cuando la lectura del vacío en micrones es correcta. Para medirlo, se usa un vacuómetro electrónico de vacío. Mide el nivel del vacío en micrones. La eliminación de la humedad se inicia sólo cuando el vacío desciende por abajo de 29"Hg. Ahí es donde comienza el nivel del vacío en micrones. En la lección anterior vimos un vacuómetro electrónico de vacío. Puede indicar vacíos tan bajos como 25 micrones. Es impulsado por dos baterías de tipo célula D. La eliminación de la humedad se inicia cuando el manómetro marca 5,000 micrones.

También el manómetro de mercurio mide la presión. Es muy exacto a partir de 1,000 micrones o más. El mercurio se halla en un tubo con forma de U. Cuando los dos extremos de la U están abiertos al aire (atmósfera), el nivel de mercurio es igual en ambos. Cuando uno de los extremos está conectado con aire que escapa, mide la presión de este aire.

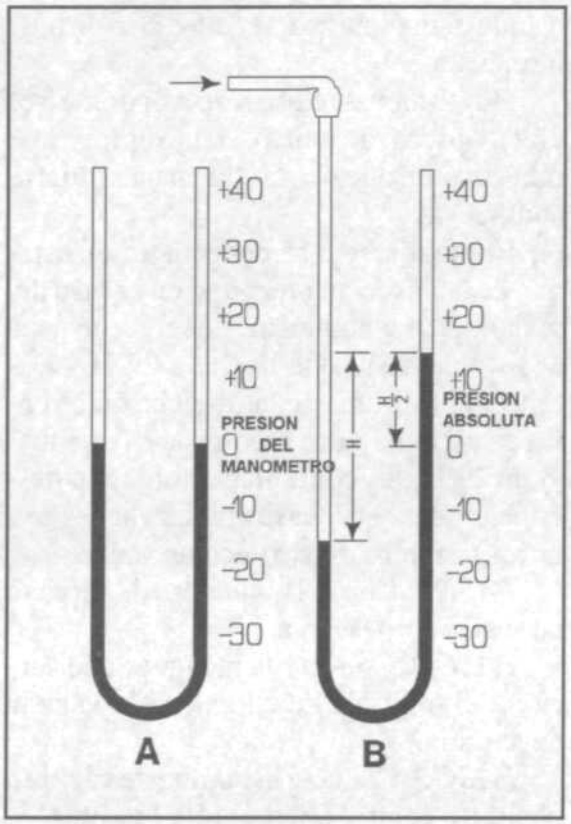


Fig. 1-2 Manómetro de mercurio. El manómetro inactivo *(A).* Aplicación de la presión *(B).*

Fíjese en la escala de la Figura 60-2. Está sobre uno de los tubos. Su punto cero se encuentra al mismo nivel que el mercurio. Cuando se aplica presión en uno de los lados, se puede leer la escala para saber cuál es la presión.

Evacuación con un manómetro compuesto

La evacuación se hace con el propósito de eliminar humedad y aire, o para reparar el sistema. Cuando evacué un sistema, puede utilizar cualquiera de los manómetros que estudiamos en la lección anterior. Tal vez tenga que evacuarlo porque cambió el compresor o uno de los componentes de la unidad condenadora. En tal caso, lo apropiado es usar un manómetro compuesto. A continuación se da una lista de los pasos a seguir para hacer una evacuación con un manómetro compuesto.

- Cierre las válvulas de servicio de succión y descarga.
- Conecte la manguera de succión del múltiple de carga con la válvula de succión.
- Conecte la bomba de vacío con el puerto central del múltiple de carga.
- Ponga la bomba en funcionamiento y abra la válvula de succión.
- Detenga la bomba para revisar el sistema y ver si tiene alguna fuga.
- Si se presenta una rápida pérdida de vacío, es posible que haya fugas en el sistema.
- Después de que se obtenga el vacío máximo, deje la bomba en funcionamiento por un período que puede ir desde dos horas hasta toda la noche.
- Cierre la válvula del múltiple de carga y detenga la bomba. Deje que el sistema descanse durante una hora. Si el vacío no disminuye, el sistema es hermético.
- Cierre la válvula de succión y desconecte el múltiple de carga.
- Abra las válvulas de succión y descarga-

El manómetro compuesto puede marcar presiones tan pequeñas como 30"Hg. Para leer un vacío sumamente bajo, se puede conectar un vacuómetro electrónico de vacío.

También se puede hacer una evacuación triple, utilizando un manómetro compuesto. Esto lo estudiaremos más adelante. Ahora, discutiremos de otros manómetros y de la evacuación.

Manómetros de mercurio y vacuómetros electrónicos de vacío

Los otros dos tipos de manómetros que se pueden utilizar para medir el vacío mientras se evacúa una sistema son el manómetro de mercurio y el vacuómetro electrónico de vacío. Se diferencian por dos cosas. Una es la manera en que se conectan en el sistema para la evacuación, y la otra es qué tan profundos vacíos pueden leer.

Como usted sabe, el manómetro compuesto marca vacíos tan bajos como 30"Hg, y el manómetro de mercurio indicará hasta 1,000 micrones. Sin embargo, para medir vacíos profundos, de por lo menos 500 micrones, se necesita un vacuómetro electrónico de vacío. Los vacíos profundos se necesitan para asegurarnos de que el sistema ha quedado libre de toda humedad.

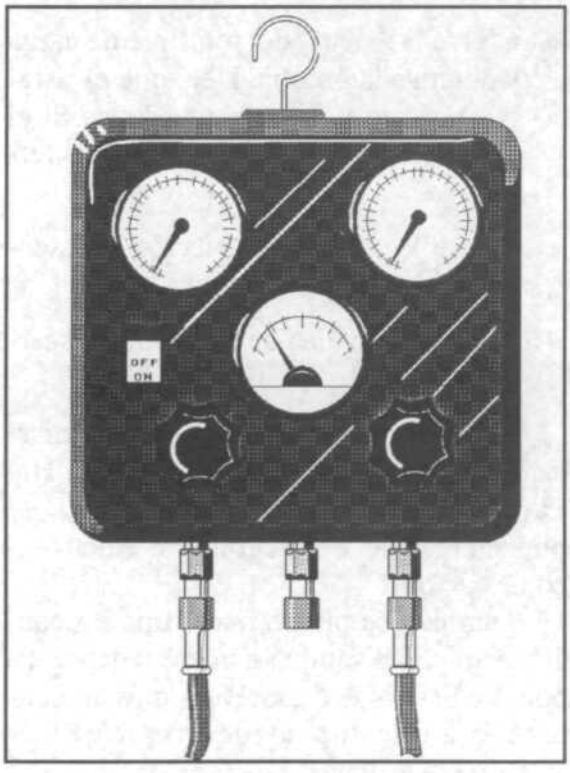


Fig. 1-3 Un minivacuómetro electrónico compuesto, para altas presiones.

Hay muchas clases de vacuómetros electrónicos de vacío. La Figura 60-3 muestra uno que se usa con un manómetro compuesto.

El manómetro se conecta en el sistema, de la misma manera que en el caso del manómetro compuesto. Luego se evacúa el sistema hasta que llegue a 29"Hg. Entonces el vacuómetro mini-electrónico entra en acción. Puede medir vacíos por abajo de 29"Hg. A continuación sigue la descripción de los 15 pasos para evacuar con un vacuómetro electrónico de vacío.

PASO 1. Cierre las válvulas de servicio de succión y descarga.

PASO 2. Conecte la manguera de succión del múltiple de carga con la válvula de succión.

PASO 3. Conecte la bomba de vacío en el puerto central del múltiple de carga.

PASO 4. Ponga la bomba en funcionamiento y abra la válvula de succión.

PASO 5. Cierre la bomba de vacío para verificar si hay una fuga en el sistema. Si hay una rápida pérdida de vacío, es posible que haya fugas en el sistema.

PASO 6. El manómetro compuesto puede leer vacíos tan bajos como 30"Hg. Bombee el vacío hasta que llegue a 29"Hg.

PASO 7. Para leer una vacío profundo, coloque un vacuómetro electrónico de vacío. La eliminación de la humedad comienza cuando el manómetro de micrones marca 5,000 micrones.

PASO 8. Conforme el sistema bombea hasta alcanzar entre 5,000 y 500 micrones, la humedad se va eliminando.

PASO 9. Una vez que el manómetro alcance el máximo posible por abajo de 50 micrones, compruebe que toda la humedad haya sido eliminada.

PASO 10. Cierre la válvula de la bomba de vacío, y detenga la bomba. Espere cinco minutos. Si el vacío aumenta a más

de 1,000 micrones, la evacuación no se ha terminado o el sistema tiene una fuga pequeña.

PASO 11. Ponga en operación la bomba y abra la válvula. Vuelva a evacuar tanto como el sistema pueda, por abajo de 1,000 micrones. Cierre la válvula y detenga la bomba. En caso de que el vacío se fugue hasta el mismo nivel anterior, el sistema tiene una fuga. Si el aumento es más bajo y más lento que antes, el sistema tiene todavía pequeñas cantidades de humedad.

PASO 12. Continúe bombeando, probando volviendo a bombear y probando de nuevo, hasta que el vacío se mantenga en 1,000 micrones o menos.

PASO 13. Cierre la válvula del múltiple de carga, y detenga la bomba. Deje el sistema sin funcionar durante una hora. Si el vacío no disminuye entonces, el sistema está hermético.

PASO 14. Cierre la válvula de succión y desconecte el múltiple de carga.

PASO 15. Abra las válvulas de succión y descarga.

El manómetro de mercurio no permite probar presiones inferiores a 1,000 micrones. Utilizado en combinación con un vacuómetro electrónico de vacío, funcionaría de manera muy similar a la que se describe arriba. Alrededor de los 1,000 micrones, debe cambiarse el manómetro que se venía usando por el vacuómetro electrónico.

La Figura 60-4 muestra la manera de conectar un sistema para uso con un manómetro de mercurio.

Para usar el sistema que se ilustra en la Figura 60-4, siga los 15 pasos que se enumeran abajo.

PASO 1. Cierre las válvulas de servicio de succión y descarga.

PASO 2. Conecte la manguera de succión del múltiple de carga con la válvula de succión.

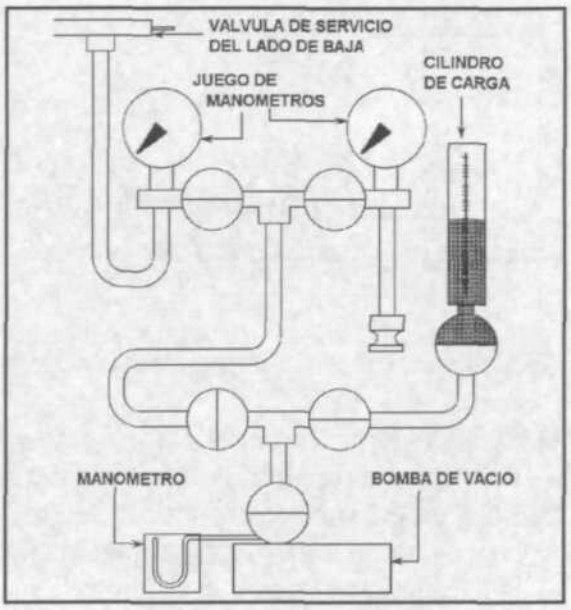


Fig. 1-4 Este sistema de evacuación utiliza un juego de manómetros de presión y un manómetro de mercurio.

PASO 3. Conecte la bomba de vacío en el puerto central del múltiple de carga.

PASO 4. Ponga la bomba en funcionamiento y abra la válvula de succión.

PASO 5. Cierre la bomba de vacío para probar si hay una fuga en el sistema. Si hay una rápida pérdida de vacío, es posible que haya fugas en el sistema.

PASO 6. El manómetro compuesto puede marcar vacíos tan bajos como 30"Hg. Bombee el vacío hasta que llegue a 29"Hg.

PASO 7. Coloque un manómetro de mercurio. La eliminación de la humedad comienza cuando el manómetro indica 5,000 micrones.

PASO 8. Conforme el sistema bombea hasta alcanzar entre 5,000 y 1,000 micrones, la humedad se va eliminando.

PASO 9. Una vez que el manómetro alcance su punto más bajo posible, compruebe que toda la humedad haya sido eliminada.

PASO 10. Cierre la válvula de la bomba de vacío, y detenga la bomba. Espere cinco minutos. Si el vacío aumenta a más de 2,000 micrones, la evacuación no se ha

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V *si considera verdadera la afirmación, o la letra* F *si la considera falsa.*

1. Los manómetros compuestos miden tanto la presión como el vacío.	F	V
2. En los sistemas de compresión, la evacuación se hace con el propósito de eliminar el aceite del sistema.	F	V
3. Para medir vacíos profundos, de por lo menos 500 micrones, se necesita un vacuómetro electrónico de vacío.	F	V
4. Si al efectuar vacío en el sistema, se presenta una rápida pérdida de éste, es probable que haya fugas en el sistema.	F	V
5. Si al hacer vacío en un sistema éste es bajo y se obtiene lentamente, el sistema tiene pequeñas cantidades de aire.	F	V

Respuestas

1. V 2. F (Se hace para eliminar la humedad y el aire.) 3. V 4. V 5. F (Es posible que todavía tenga pequeñas cantidades de humedad.)

terminado o el sistema tiene una fuga pequeña.

PASO 11. Ponga en operación la bomba y abra la válvula. Vuelva a evacuar tan bajo como el sistema lo permita. Cierre la válvula y detenga la bomba. En caso de que el vacío se fugue hasta el mismo nivel anterior, el sistema tiene una fuga. Si el aumento es más bajo y más lento que antes, el sistema tiene todavía pequeñas cantidades de humedad.

PASO 12. Continúe bombeando, probando, volviendo a bombear y probando de nuevo hasta que el vacío se mantenga en 1,000 micrones.

PASO 13. Cierre la válvula del múltiple de carga y detenga la bomba. Deje el sistema sin funcionar durante una hora. Si el vacío no disminuye, el sistema está hermético.

PASO 14. Cierre la válvula de succión y desconecte el múltiple de carga.

PASO 15. Abra las válvulas de succión y descarga.

Como se habrá dado cuenta, el manómetro no se conecta con el sistema de la misma manera que el vacuómetro electrónico de vacío. Pero la diferencia principal entre ambos es que el vacuómetro electrónico no puede medir vacíos tan profundos.

Evacuación triple

Hasta ahora, hemos visto los métodos para hacer una evacuación regular. Existe otro tipo de evacuación. Se llama evacuación

triple. La Figura 60-5 muestra el arreglo de un sistema para evacuación triple.

En el último epígrafe, describimos las evacuaciones regulares y las profundas. Se puede decir que una evacuación regular es aquella que produce un vacío tan bajo como lo permite la bomba, y que lo conserva entre dos horas y toda la noche; o durante tanto tiempo como sea necesario para eliminar del sistema el aire y la humedad. El vacío profundo es más rápido. Reduce un vacío a por lo menos 500 micrones, y con más frecuencia a 50 micrones o menos.

A continuación se describe paso por paso el proceso de evacuación triple:

PASO 1. Se produce un vacío de 28"Hg.

PASO 2. El sistema se carga a O psi con vapor refrigerante.

PASO 3. Otra vez se produce un vacío de 29"Hg.

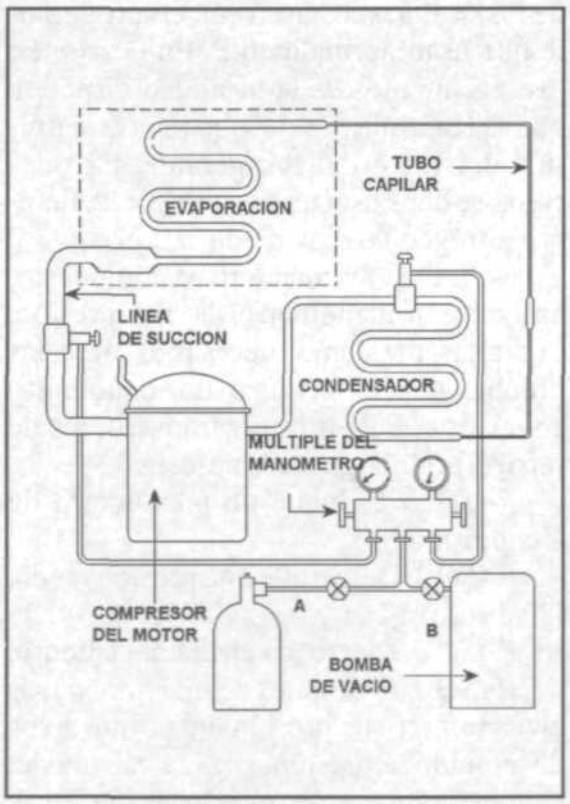


Fig. 1-5 Evacuación triple. Se presuriza con *(A),* se evacúa con (B). Debe hacerse tres veces.

PASO 4. El sistema se carga a O psi con vapor refrigerante.

PASO 5. Se produce un vacío de 28"Hg.

PASO 6. El sistema está listo para ser cargado completamente.

Las evacuaciones profundas son mejores. Son la única manera para asegurarse de que se ha eliminado toda la humedad. La evacuación triple no lo hace.

Términos de las pruebas de presión

Antes de poder probar un sistema para ver si tiene fugas, es necesario presurizarlo. Para hacerlo, se puede usar el refrigerante que usa el sistema. O se puede utilizar un gas inerte. Los gases inertes más utilizados para la presurización son dos: el nitrógeno seco y el dióxido de carbono seco. Para probar si hay fugas, se presuriza el sistema con cualquiera de estos gases. O sea que se pone nitrógeno o dióxido de carbono en el sistema hasta que éste alcanza la presión correcta. Luego se buscan las fugas. En unos minutos trataremos sobre cómo hallar las fugas.

Un cilindro que contenga nitrógeno se encuentra bajo una presión de alrededor de 2,000 psi. Los cilindros de dióxido de carbono están a una presión como de 800 psi. Siempre se utilizan un regulador de presión y una válvula de alivio. El regulador de presión dosifica la cantidad de gas que entra al sistema. La válvula de alivio libera automáticamente el exceso de presión.

Si el sistema acumula demasiada presión, puede estallar, por lo que el regulador y la válvula son muy importantes. Antes de usar nitrógeno o dióxido de carbono para probar un sistema, consulte la placa de datos de la unidad. Le indicará cuáles son las presiones sugeridas para las prue-

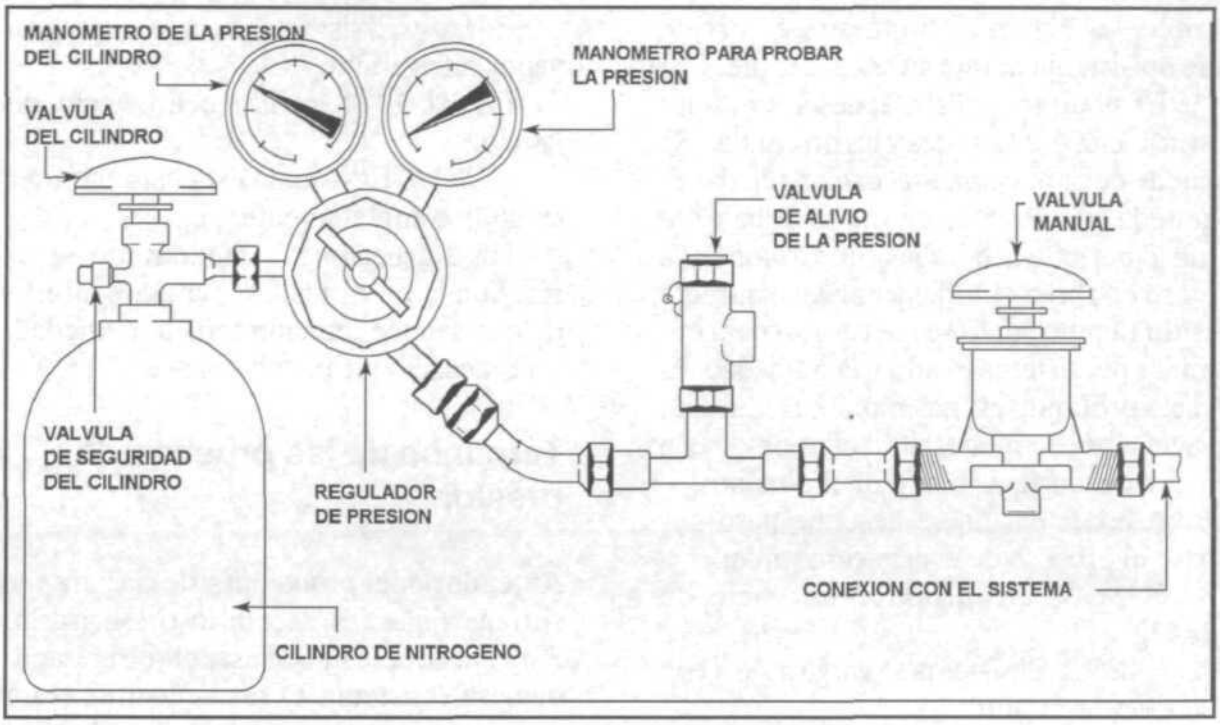


Fig. 1-6 Este equipo de presurización tiene un regulador y una válvula de alivio.

bas. No rebase esas presiones. En caso de que la placa de datos no lo indique, o de que no tenga manera de determinarla, no supere las 170 psi cuando pruebe un sistema hermético, ya sea total o parcialmente. El exceso de presión puede dañar las válvulas y reducir la duración de las piezas del sistema. La cúpula del compresor podría estallar.

Nunca utilice ni oxígeno ni acetileno cuando use presión para buscar fugas. Si el oxígeno se mezcla con aceite, puede ocurrir una explosión. Y el acetileno puede estallar si se le somete a una presión mayor de entre 15 y 30 psi.

Como presurizar un sistema de refrigeración

Para probar un sistema en busca de fugas, tendrá que presurizarlo. Se deben probar todas las piezas, excepto el condensador, ya que éstos son probados en la fábrica.

Por lo general, las pruebas de presión de los sistemas se hacen con el refrigerante que usan normalmente. En ocasiones, los reglamentos de la localidad disponen que se haga una prueba que rebase la presión del vapor del refrigerante. En tales casos, se debe usar un gas inerte, casi siempre nitrógeno o dióxido de carbono.

No utilice un manómetro compuesto; use sólo un manómetro de alta presión. Las altas presiones necesarias para las pruebas pueden arruinar un manómetro compuesto. Para presurizar un sistema de refrigeración, siga estos pasos:

PASO 1. Coloque un manómetro de alta presión.

PASO 2. Desarrolle una presión media (30 a 100 psi).

PASO 3. Cierre la válvula del cilindro.

PASO 4. Si después de una hora o más el manómetro de presión indica que no ha disminuido la presión, abra la válvula del cilindro y aumente la presión hasta 170 psi.

PASO 5. Cierre el cilindro.

PASO 6. Si después del período de prueba (una a 24 horas), la presión no ha disminuido, el sistema está bien. No tiene fugas. Pero si la presión disminuyó, el sistema tiene alguna fuga. Para localizarla, deberá presurizarlo con refrigerante y utilizar un detector de fugas. Esto lo trataremos más tarde.

Cuando se prueba un sistema en busca de fugas y para ello se usa el propio refrigerante, el procedimiento es distinto. Más adelante trataremos también este punto.

La seguridad durante la presurización

Hay varias reglas de seguridad que se deben tener en cuenta siempre que se esté presurizando un sistema de refrigeración. Muchas de estas normas son cuestión de sentido común. Pero como es fácil descuidarse, vale la pena que las repasemos. Tenga presente lo que puede suceder cuando las cosas no se hacen debidamente.

Nunca use oxígeno o acetileno para presurizar un sistema de refrigeración. Ya sabe usted la razón. El oxígeno estallará cuando entre en contacto con el aceite. Y el acetileno explotará cuando esté bajo presión, excepto si se encuentra debidamente disuelto en acetona.

No deje caer ni dé golpes a los cilindros de gas comprimido. Los cilindros de nitrógeno tienen presiones de más de 2,000 psi. Los de dióxido de carbono, de más de 800 psi. De manera que hay que manejarlos con cuidado.

Mantenga el cilindro en posición vertical, y asegúrese de que no pueda voltearse. Compruebe que esté bien sujeto.

No caliente el cilindro con una flama. No utilice un soplete u otro tipo de flama para calentarlo. Es posible que necesite calentar un cilindro para extraerle el gas. En tal caso, ponga su parte inferior en agua caliente.

Nunca deje que un cilindro se caliente a una temperatura mayor de 43 °C (unos 110 °F). Cuando el cilindro se aproxime a esta temperatura, retírelo de la fuente de calor. Sáquelo del agua.

Siempre debe usar una válvula reguladora de presión y una válvula de alivio de la presión. Como ya dijimos, estas válvulas son muy importantes. Sin ellas, podría suceder que el sistema absorbiera un exceso de presión y que estallara.

Cómo hallar las fugas

Como usted sabe, para buscar las fugas de un sistema es más común utilizar el propio refrigerante que presurizarlo con un gas inerte. Incluso cuando se sabe que hay una fuga, porque se ha hecho una prueba con presión usando un gas inerte, es mejor buscar la fuga utilizando el refrigerante del sistema y un detector de fugas.

El tamaño de las moléculas del refrigerante influye en las fugas. Si la molécula es grande, necesitará un agujero grande por el que fugarse. Su tamaño se mide por

Fig. 1-7 Nunca use oxígeno o acetileno para presurizar un sistema de refrigeración.

su peso molecular. La Figura 60-8 le muestra el peso molecular de algunos refrigerantes.

Como se puede apreciar, el refrigerante R-11 necesitará un agujero más grande que el de R-22 para poder fugarse.

Si le parece que hay una fuga en el sistema, la puede localizar utilizando los pasos que se enumeran abajo. Estos pasos se conocen como un procedimiento para pruebas de fugas.

PASO 1. Primero limpie los puertos de carga y vea si hay restos de aceite. Los puertos de carga son las válvulas por las que se le pone refrigerante al sistema. Si encuentra aceite, pruebe el puerto con un detector de fugas. Un poco más adelante estudiaremos los detectores de fugas.

PASO 2. Si no hay aceite, conecte los manómetros de presión. Abra las válvulas de servicio. Así, los manómetros indicarán la presión.

PASO 3. Si la marca de la presión es de 25 libras, o más, puede seguir adelante con la prueba. El sistema tiene presión suficiente para que lo pruebe de esta manera.

La presión del lado de baja debería ser lo más alta posible. Por lo tanto, ponga el control de temperatura en posición de desconectado. Caliente el evaporador. Para ello, ponga unas bandejas de agua caliente en contacto con el evaporador. Tratándose de un aparato que no produce escarcha, puede poner el control en posición de descongelamiento.

Si la lectura de la presión es inferior a 25 libras, cargue el sistema hasta que el manómetro indique 25 libras por lo menos.

PASO 4. Antes de probar la unidad, desconéctela de la toma de corriente por lo menos 10 minutos antes.

PASO 5. Pruebe todas las líneas y válvulas con un detector de fugas. Si encuentra una fuga, repárela. Luego, vacíe el sistema e instale un nuevo filtro-secador.

REFRIGERANTE	PESO
R-11	137.4
R-12	120.9
R-22	86.5

Fig. 1-8 Peso molecular de algunos refrigerantes.

Vuelva a cargarlo con refrigerante. Asegúrese de que sea el refrigerante indicado.

Es posible que le toque trabajar en un sistema que esté aislado con espuma. En tal caso, no la perfore con una de las sondas del detector, ni quite las cubiertas de plástico de los sitios que esté verificando. Ambos pueden dejar escapar las partículas de refrigerante que estén atrapadas; lo cual indicará, falsamente, que hay una fuga-

Detectores de fugas

Hay seis maneras principales de detectar las fugas, y son:

- Las soluciones jabonosas
- Los sopletes de haluro
- Los detectores electrónicos
- Las soluciones de tintes
- Las velas de azufre
- El papel de fenolftaleína

En una de las primeras lecciones estudiamos todos estos detectores. En esta sección, vamos a comparar dos de ellos: las soluciones jabonosas y los sopletes de haluro.

El método de la solución jabonosa

El método de la solución jabonosa se puede usar con cualquier refrigerante. Es una

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Una evacuación regular es aquella que produce un vacío tan bajo como lo permite la bomba, y que lo conserva entre_____horas y toda la noche.
2. Nunca se debe utilizar oxígeno ni_____cuando se usa presión para buscar fugas.
3. Para buscar fugas de un sistema es más común utilizar su propio_____que presurizarlo con gas inerte.
4. Para poder fugarse, el refrigerante R-l1 necesita un agujero más_____que el de R-22.
5. Para efectuar una prueba de fugas a un sistema de compresión, deberá desconectarse de la toma de corriente por lo menos_____minutos antes.

Respuestas

1. dos 2. acetileno 3. refrigerante 4. grande 5. 10

manera sencilla de localizar una fuga. Extienda una mezcla gruesa de agua y jabón en el lugar en que se sospecha que hay una fuga. Si la hay, el jabón hará burbujas, que son causadas por el escape del gas. Se pueden comprar soluciones preparadas, que se extienden o se rocían. (En las soluciones preparadas no se usa jabón, sino otra sustancia que produce burbujas. Estas burbujas son más fuertes y duran más que las de jabón). Al terminar la prueba, limpie el jabón o la solución que haya usado.

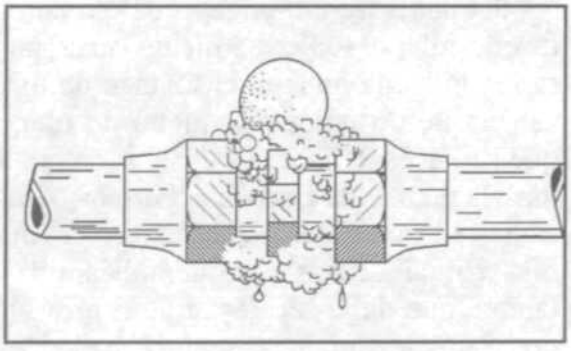


Fig. 1-9 Las soluciones jabonosas producen burbujas en el sitio donde hay una fuga.

Este método no funciona bien en los sistemas de alta presión que tienen fugas. Esto se debe a que la presión rompe las burbujas antes de que uno pueda verlas.

Cómo localizar fugas con un detector de haluro

El detector de haluro es una mejor manera de localizar fugas. Pero sólo funciona con refrigerantes de haluro. Es un detector muy sensible. Puede mostrar cantidades tan pequeñas como 20 ppm de gas refrigerante. Hay una gran variedad de sopletes, tanto por tamaño como por estilo. Se componen de las piezas que se enumeran a continuación:

- Una válvula
- Un quemador

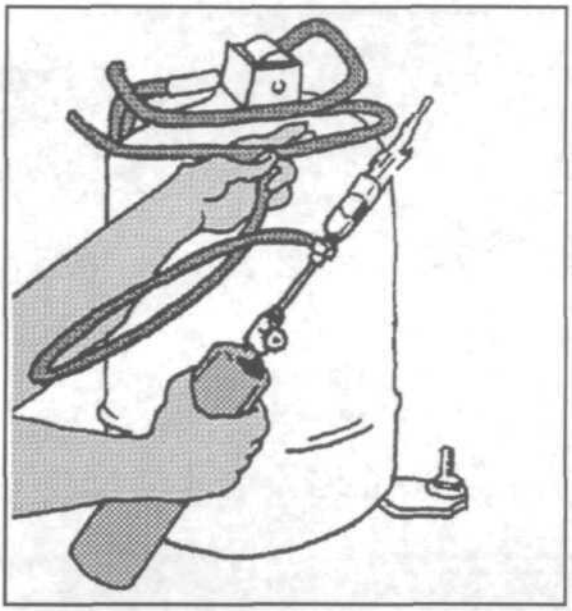


Fig. 1-10 Esta es la manera de usar un detector de haluro para buscar posibles fugas.

- Un cilindro de combustible de propano o butano
- Una manguera exploradora

La manguera exploradora absorbe aire y lo lleva hasta la flama. En caso de que dicho aire contenga algún refrigerante halógeno, la flama cambia de color. ¿Qué son los refrigerantes halógenos? Son los que contienen cloro, flúor, bromo o yodo.

Cuando el refrigerante pasa a través de la flama, se forma un veneno. Se llama gas fosgeno. De modo que tenga usted cuidado cuando trabaje en un sitio cerrado. Use una máscara protectora y llévela bien ajustada. Y tenga cuidado de que en el lugar no haya cosas que se puedan incendiar. La manguera exploradora puede absorber y llevar hasta la flama vapores de combustible, polvo y otras materias, lo cual podría provocar una explosión o un incendio. La Figura 60-10 muestra un soplete de haluro.

El detector viene con un mango como los que se usan normalmente en los soplete. El soplete tiene una válvula de cierre. El combustible que usa es acetileno, que es suministrado por uno de dos tanques. El tanque "A" tiene 113 litros de combustible, y el tanque "MC" tiene 28 litros. Los tanques tienen un dispositivo, llamado regulador, para reducir la presión. El mango del soplete está conectado con el dispositivo por medio de una manguera. A veces, en los tanques MC se usa otro dispositivo, llamado adaptador y que sustituye al regulador.

Antes de comenzar a usar el detector, cerciórese de que esté limpio. Apriete todas las conexiones. Use una llave para la manguera y el regulador, o las conexiones del adaptador. Siga las indicaciones que vienen con el dispositivo.

Ensamble el detector, y luego asegúrese de que esté cerrada la válvula de cierre que va en el mango del soplete. Abra la válvula del tanque y dele un cuarto de vuelta. Luego, ajuste el regulador a 10 libras por pulgada (psi).

Ahora, investigue si el propio detector de haluro tiene alguna fuga. Ponga una gruesa solución jabonosa en las partes del detector que se indican abajo:

- En el regulador
- En la conexión entre la manguera y el mango
- En la conexión entre la manguera y el regulador
- En la conexión del regulador o del adaptador

Si encuentra una fuga, repárela antes de encender el soplete. Muchas veces, para reparar una fuga en el vastago de una válvula de un tanque pequeño, lo único que se necesita hacer es apretar con una llave la tuerca del empaque. Pero hay ocasiones en que no es posible arreglar una fuga. En tales casos, hay que indicar en el tanque que debe ser devuelto al proveedor. Sáquelo a un lugar seguro en el exterior, y vuelva a empezar con otro tanque.

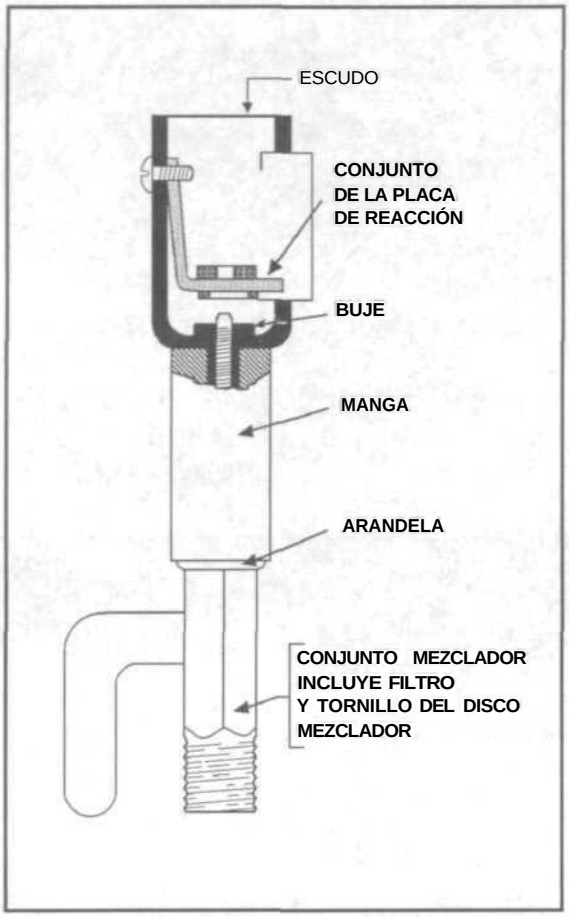


Fig. 1-11 Vista interior de un detector de haluro.

Si no hay fugas, abra la válvula de cierre que va en el mango del soplete. Prenda el gas, con un cerillo o una vela. Ajuste el soplete hasta que la flama se estabilice.

Cuando use un tanque MC y un adaptador, siga los pasos descritos arriba. Pero asegúrese de que la válvula de aguja del adaptador esté bien cerrada. Abra muy ligeramente la válvula del tanque. Vea si hay fugas. Si no las hay, abra como un cuarto de vuelta la válvula de aguja del adaptador. Prenda el gas y ajuste la flama hasta que se estabilice.

Ajuste la flama hasta que su exterior azul claro se extienda como unos 2.5 cm. Debería extenderse unos 2.5 cm por arriba de la placa de reacción. (Consulte la Figura 60-11). La flama interna debería ser clara y bien definida. También se debería extender por arriba de la placa de reacción.

Si la flama exterior tiene color amarillo, puede significar dos cosas: (1) que hay refrigerante en el aire o (2) que hay materias extrañas en la manguera de succión. Asegúrese de que la manguera esté limpia y derecha. Si lo está, vea si hay basura en el tornillo del filtro o en el disco mezclador. Primero, desconecte el detector de fugas. Después, quite el tornillo del filtro, que sujeta el disco mezclador. La Figura 60-11 muestra una vista del interior del detector de haluro.

Para localizar las fugas, pase la manguera de succión por todos los puntos donde pudiera haber alguna. Fíjese si la flama cambia de color. Tratándose de un modelo con alas en cada lado de una gran abertura en el escudo, fíjese si estos cambios ocurren en la parte de abajo.

Si la flama exterior se vuelve amarilla o amarillo-naranja, quiere decir que hay una fuga pequeña. Si la llama inferior se vuelve azul claro y brillante, es que hay una fuga más grande. En tal caso, la parte superior de la flama tendrá un vivido color azul violáceo.

Tratándose de un modelo que no tenga alas a los lados del escudo, fíjese si ocurren estos cambios:

Una fuga pequeña hace que el color de la flama exterior se vuelva un verde azuloso brillante. Una fuga más grande hace que la parte inferior de la flama pierda su tinte verdoso. La parte superior se vuelve de un vivido azul violáceo.

Buscando muy cuidadosamente, es posible encontrar el punto exacto de una fuga pequeña. El color de la flama desaparece tan pronto como pasa uno por la fuga. Pero las fugas más grandes son más difíciles de hallar. El técnico debe intentar determinar dónde se encuentra el punto de la fuga.

Al igual que con sus otras herramientas, es muy importante que le dé un buen

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo el término entre paréntesis que complete las siguientes afirmaciones.

1. Los refrigerantes que contienen cloro, flúor, bromo o yodo, son refrigerantes de (haluro, bromuro).
2. Los detectores de haluro generalmente usan como combustible el (gas butano, acetileno).
3. La flama del soplete de haluro se debe ajustar hasta que su exterior azul claro se extienda como unos 2.5 cm, 5.0 cm).
4. Cuando se carga un sistema por el método del lado de baja, se carga con (líquido refrigerante, vapor refrigerante).
5. Con el método del lado de baja para la carga de un sistema, el procedimiento se puede (acelerar, retardar).

Respuestas

1. haluro 2. acetileno 3. 2.5 cm 4. vapor refrigerante 5. acelerar

mantenimiento a su detector de haluro. Si lo utiliza mucho, es posible que se le forme una capa de óxido en la placa de reacción. Entonces, la sensibilidad del dispositivo se reduce. Afortunadamente, la capa de óxido se puede quitar con una navaja. Para ello, hay que quitar la placa del detector. Nafuralmente, también puede uno reemplazarla por una placa nueva.

Claro está que los detectores de haluro son más complejos que las soluciones jabonosas. Son aparatos, de modo que son más exactos. Son más rápidos y fáciles de usar. Sin embargo, es necesario que sepa cómo usar las soluciones jabonosas. ¿Por que? ¡Para que pueda verificar que su detector de haluro no tenga una fuga!

Cómo cargar un sistema

Existen dos métodos básicos para cargar un sistema. Uno es el método del lado de baja y el otro el del lado de alta. Cuando se utiliza el método del lado de baja, se carga el sistema con vapor refrigerante. Cuando se utiliza el método del lado de alta, el sistema se carga con refrigerante líquido.

Hay sistemas que tienen únicamente una válvula de servicio en el lado de baja, mientras que otros sólo la tienen en el lado de alta. No se necesitan las dos para cargar el sistema. Si usted sabe cómo se lleva a cabo este procedimiento con una sola válvula de servicio, ahorrará tiempo. Si el sistema nada más tiene la válvula de servicio del lado de baja, cargúelo con vapor refrigerante. Si nada más tiene la válvula de servicio del lado de alta, cargúelo con refrigerante líquido.

En las lecciones que siguen aprenderá usted estos dos métodos. Aprenderá cómo se carga por el lado de baja y por el lado

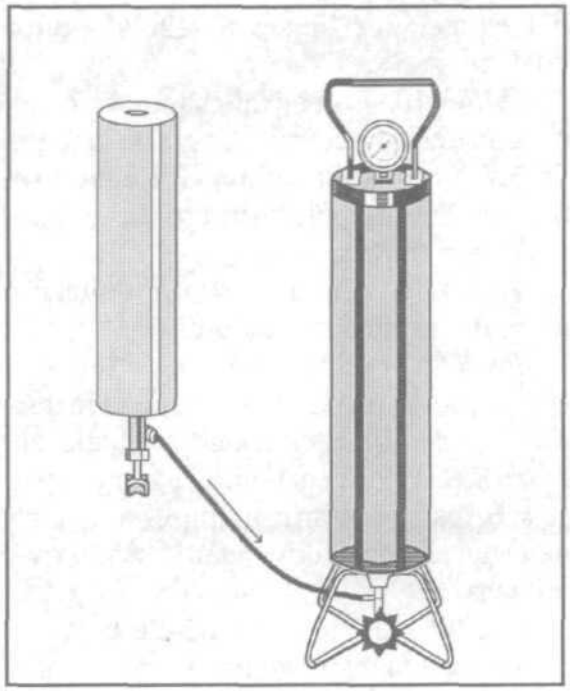


Fig. 1-12 Esta es la manera de poner el refrigerante en el cilindro de carga.

de alta, así como las ventajas y desventajas de cada método.

Carga de vapor por el lado de baja

Antes que nada, ¿qué es la válvula de servicio del lado de baja? El lado de baja es la parte del sistema en el que se encuentran el evaporador y la línea de succión. De manera que la válvula de servicio del lado de baja es la válvula de servicio de la línea de succión. ¿En qué estado se encuentra el refrigerante en el lado de baja? Está en estado gaseoso.

En una lección anterior aprendió cómo se hace esto, así que ahora nos limitaremos a verlo nuevamente. Primero, cerciórese de que el refrigerante sea el mismo que el usado en el sistema. Póngase sus anteojos de seguridad y sus guantes. El refrigerante puede helarle la piel y dañarle los ojos.

Ponga el refrigerante en el cilindro de carga. La Figura 60-12 muestra este proceso.

Fíjese en la línea negra y la flecha que aparecen en la figura. Al exterior del cilindro de servicio se le llama manto. Da vueltas. Dele vuelta hasta que se encuentre en las lecturas correctas del refrigerante y de la presión. El manómetro de la parte superior del cilindro indica la presión del cilindro. Cuando el refrigerante llegue al nivel deseado, cierre la válvula del cilindro de carga. Luego, cierre la válvula del cilindro de servicio.

Coloque verticalmente el cilindro que acaba usted de cargar. Envuelva la manguera en una toalla y después aflójela. Deje que el refrigerante que tiene la manguera escape hacia el aire. Como siempre que trabaje con un refrigerante, asegúrese de que la habitación esté bien ventilada.

Las líneas de carga deben estar limpias. Purgúelas, para que se libren de aire y humedad. Antes de comenzar a cargar el sistema, compruebe que las conexiones no tengan fugas. La Figura 60-13 muestra la manera de conectar en el sistema el cilindro de refrigerante, para cargarlo por el lado de baja.

En el método del lado de baja, el cilindro de refrigerante se convierte en un evaporador más del sistema. Cuando el compresor funciona, le extrae gas refrigerante tanto al cilindro como al evaporador. Abajo se enumeran todos los pasos para cargar por el lado de baja.

PASO 1. Conecte su juego de manómetros de presión en la válvula de servicio del lado de baja y en el cilindro de carga.

PASO 2. Abra la válvula del cilindro de carga.

PASO 3. Abra la válvula del juego de manómetros correspondiente al lado de baja. Asegúrese de abrirla sólo un poco, para que el refrigerante entre despacio al

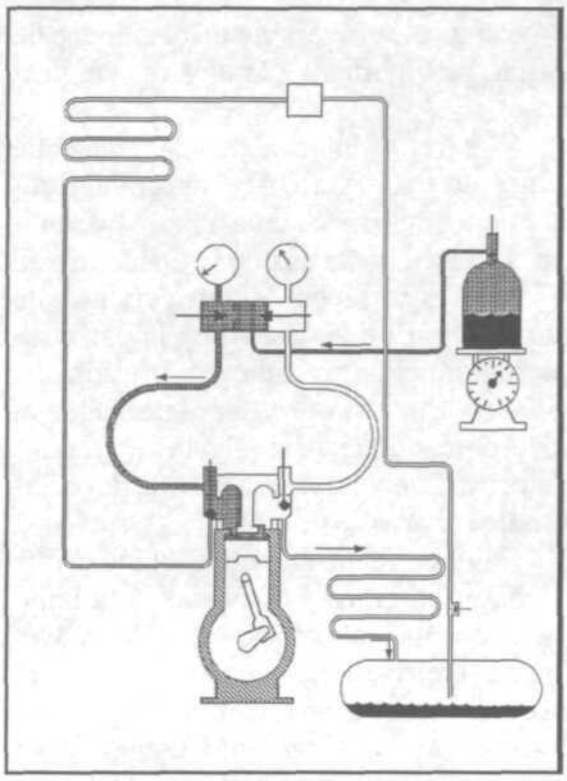


Fig. 1-13 La balanza sobre la que reposa el cilindro indica qué cantidad de refrigerante se está cargando en el sistema.

sistema. De otro modo, lo inundaría y expulsaría al aceite del compresor.

PASO 4. Deje que la presión del sistema suba a unas 50 psi.

PASO 5. Ponga el compresor en funcionamiento.

PASO 6. Deje que el resto del refrigerante entre despacio al sistema. Asegúrese de que, mientras usted carga, el sistema se mantiene fuera de la escala de vacío. Sin embargo, hay algunos sistemas con compresores giratorios que funcionan en el vacío. Lo hacen durante unos 30 minutos. Entonces, llegan poco a poco a la presión correcta del lado de baja.

PASO 7. Cuando el sistema esté cargado, cierre la válvula del cilindro de carga.

PASO 8. Cierre la válvula del juego de manómetros de presión correspondiente al lado de baja.

PASO 9. Deje el refrigerador en funcionamiento hasta que el compartimento del congelador llegue a -12 °C (unos 10°F).

PASO 10. Pruebe el manómetro de presión del lado de baja. Consulte la tabla de presiones y temperaturas. Cuando se trata de una temperatura cero, los números deben coincidir.

PASO 11. Ahora ya puede quitar el juego de manómetros de presión.

PASO 12. Pruebe la válvula de servicio con una solución jabonosa. ¿Qué es lo que está buscando? Efectivamente, anda en busca de fugas. Si encuentra alguna, repárela. En caso contrario, limpie el sitio donde estuvo trabajando y guarde sus herramientas.

Con el método del lado de baja, se puede acelerar el procedimiento de carga. Cierre parcialmente la válvula de servicio de succión. Esto reduce el flujo que viene del evaporador y acelera la evaporación del cilindro de refrigerante se le puede aplicar agua caliente. Pero recuerde que nunca se debe utilizar un soplete o una flama. Mantenga en sus niveles normales la presión del lado de baja. Si sube mucho, el compresor puede tener que trabajar en exceso.

Una de las grandes ventajas del método del lado de baja es que se puede tener la seguridad de que el refrigerante se encuentra limpio. Lo limpia la destilación que ocurre durante la evaporación. No abandone un sistema que está cargando por el lado de baja, ni deje el cilindro de refrigerante conectado en el sistema cuando éste se encuentre ya totalmente cargado.

Carga de líquido por el lado de alta

Hay sistemas que únicamente tienen la válvula de servicio del lado de alta. Aún así, es posible evacuarlos y cargarlos sin

necesidad de ponerles una válvula en el lado de baja. En primer lugar, ¿qué es eso del lado de alta? Es donde la presión del sistema es alta, donde se encuentran la línea de descarga del compresor, el condensador y la línea del líquido. Como de costumbre, asegúrese de usar el mismo refrigerante que el usado en el sistema. Acuérdese de ponerse sus anteojos de seguridad y sus guantes. Protegen los ojos y la piel contra los efectos del refrigerante congelado. Ponga el refrigerante en el cilindro de carga, de la misma manera que lo hizo en el procedimiento anterior. Abajo se enumeran todos los pasos para cargar por el lado de alta.

PASO 1. Conecte el manómetro de presión en la válvula de servicio del lado de alta y en el cilindro de carga.

PASO 2. Aumente la presión en el cilindro de carga. Para ello, aplique calor. Algunos cilindros de carga tienen incorporado un calentador, que se puede conectar. Cuando el cilindro no tenga un calentador, utilice una lámpara de extensión o una pistola térmica. Pero nunca acerque una flama a un cilindro que tenga refrigerante.

PASO 3. Aplique calor para aumentar la presión del cilindro a unas 150 psi.

PASO 4. Retire del cilindro la fuente de calor.

PASO 5. Abra la válvula del cilindro de carga y deje que todo el refrigerante entre al sistema. Debe hacerlo lentamente. Pero todo puede entrar antes de que ponga el sistema en funcionamiento. ¿Por qué? Porque ya está bajo presión.

PASO 6. Cuando todo el refrigerante haya entrado en el sistema, cierre la válvula del cilindro de carga.

PASO 7. Ponga el refrigerador en funcionamiento. No ponga a trabajar el sistema antes de que haya entrado todo el refrigerante. (Nunca trate de añadir más refrigerante por la válvula de servicio del lado de alta cuando el compresor esté funcionando).

PASO 8. Deje que la temperatura del congelador baje hasta -17.8 °C (O °F).

PASO 9. Con su termómetro, pruebe la temperatura del aire que rodea el condensador.

Se trata de saber qué temperatura tiene el lado de alta. En una lección anterior, aprendió usted la manera de determinarla. Si el condensador es enfriado por aire, agregue 2 °C (unos 35 °F). Súmelos a la temperatura ambiente del condensador. Si éste es enfriado por agua, agregue -7 °C (unos 19 °F). El resultado le indicará la temperatura del lado de alta. Saque su tabla de temperaturas y presiones. Localice la temperatura en el lado izquierdo de la tabla. Luego, desplácese hacia la derecha, hasta que quede debajo del tipo de refrigerante usado en el sistema. La presión que se indique ahí debería ser igual a la del manómetro del lado de alta.

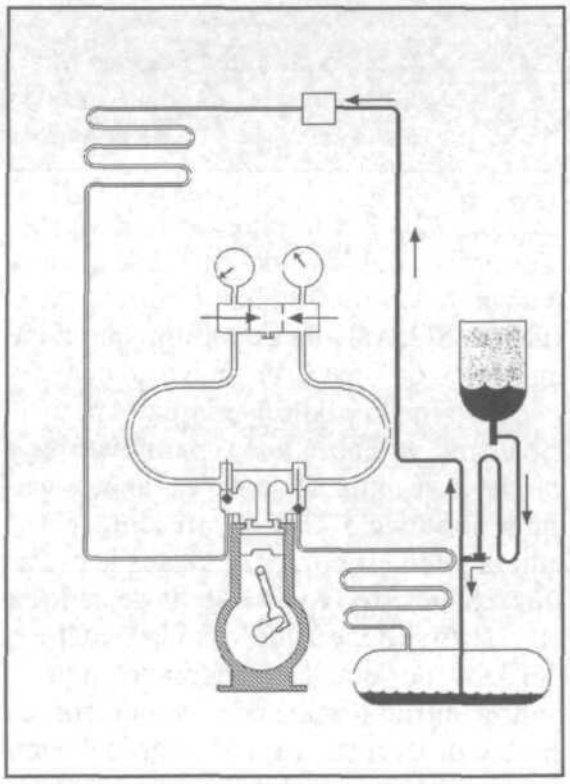


Fig. 1-14 Carga de un sistema a través de la válvula receptora.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V *si consida era verdadera la afirmación, o la letra* F *si la considera falsa.*

1. Hay sistemas que únicamente tienen la válvula de servicio del lado de alta.	F	V
2. El lado de alta es donde se encuentra la línea de descarga del compresor.	F	V
3. Para cargar un sistema por el lado de alta se debe elevar la temperatura del cilindro de refrigerante a través de la aplicación de una flama.	F	V
4. La carga por el lado de alta se debe efectuar con el sistema en operación.	F	V
5. Para determinar la temperatura del refrigerante en un condensador enfriado por aire, a la temperatura exterior de éste se le deben sumar 2C.	F	V

Respuestas

1. V 2. V 3. F (Nunca acerque una flama a un cilindro que tenga refrigerante). 4. F (Nunca trate de poner más refrigerante por el lado de alta cuando el compresor esté funcionando). 5. V

PASO 10. Por último, cierre la válvula de servicio del lado de alta. Envuelva la manguera en una toalla, y quítela de la válvula. Si la válvula es del tipo que tiene un núcleo de acceso, envuelva la manguera con la toalla y quítela rápidamente.

Como ya habrá visto, para evacuar y cargar el sistema no se necesitan dos válvulas de servicio. Una es suficiente. Cualquiera puede servir, pero una es la preferida. ¿Sabe usted cuál? Sí, es la del lado de baja. Esto se debe a que, usando el método del lado de alta, el refrigerante líquido podría introducirse en el compresor, lo cual podría arruinar las válvulas del compresor y hacer que el motor se quemara.

La Figura 60-14 muestra la manera de cargar el sistema a través de una válvula de servicio de dos sentidos para la recepción de líquidos.

Como se puede apreciar, este método para cargar líquidos no es peligroso para el compresor. Utiliza una válvula receptora especial, que se llama válvula de servicio de dos sentidos para la recepción de líquidos. Tiene cuatro aberturas. Una comunica con la línea del líquido. Otra con el depósito. Otra es una conexión de servicio. **La** cuarta es una hembra para un vastago de válvula.

Resumen

Al finalizar esta lección, no sólo sabe usted lo que es el vacío, sino además cómo se mide con un manómetro especial que se denomina vacuómetro. Conoce asimismo tres de estos manómetros: los manómetros compuestos, los vacuómetros electrónicos de vacío y los manómetros de mercurio. Los primeros miden presiones superiores a la presión atmosférica normal en psi; y presiones inferiores a la presión atmosférica normal en pulgadas de mercurio.

La evacuación se hace con el propósito de eliminar humedad y aire, o para reparar un sistema. Puede hacerse con cualquiera de los manómetros mencionados antes. El compuesto marca presiones tan pequeñas como 30 pulgadas de mercurio, pero no puede leer vacíos muy bajos, como en cambio hace el vacuómetro electrónico de vacío. El manómetro de mercurio marca hasta 1,000 micrones, a partir de los cuales hay que recurrir al vacuómetro electrónico de vacío.

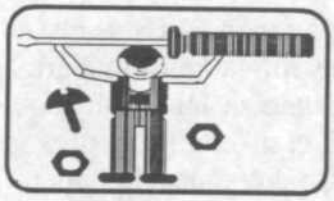
Existen dos tipos de evacuación, la regular y la profunda. Para vacíos profundos hay que recurrir a la segunda. Estas evacuaciones profundas son la única manera para asegurarse de que se ha eliminado toda la humedad en el sistema.

Ya ha averiguado que antes de poder probar un sistema para ver si tiene fugas, hay que presurizarlo, y también conoce paso a paso cómo hacerlo. Sabe asimismo que la presurización es un proceso peligroso y que hay que observar ciertas reglas de seguridad.

Para localizar una fuga el mejor procedimiento es el empleo del refrigerante del sistema y de un detector de fugas. En esta lección se aprenden los pasos básicos del proceso. Los dos métodos mejores para detectar una fuga son el de la solución jabonosa y el de los sopletes de haluro, y usted ya sabe cómo se aplican en la práctica estos detectores.

Por último, ya sabe cómo cargar un sistema por cualquiera de los dos métodos básicos: el del lado de baja y el del lado de alta. En el primer caso, el sistema de carga con vapor refrigerante; y en el segundo, con refrigerante líquido.

¡Ya está usted listo para pasar a la siguiente lección! ¡Felicidades!



Tareas prácticas

Aplicación del método de evacuación triple

Materiales que usted necesitará

- Múltiple de manómetro
- Cilindro de refrigerante (el mismo que tenga el sistema)
- Llave para válvulas de servicio
- Una bomba de vacío capaz de producir 28" de vacío

Información previa

El método de evacuación triple no requiere equipo de alto vacío especializado. Sin embargo, este método no debe utilizarse si se sospecha que hay agua líquida en el sistema. Se necesitará una boma de evacuación de suficiente capacidad para producir 28 pulgadas de mercurio de vacío. Es importante tener manómetros de servicio de refrigeración de buena calidad.

Este método de evacuación se basa en el principio de diluir los no condensables y la humedad con vapor de refrigerante limpio y seco. Este vapor es luego retirado del sistema, llevándose con él una porción de contaminantes.

Lo que usted deberá hacer

Aplicará el método de evacuación triple a una sistema de refrigeración mecánica.

Procedimiento

1. Instale el múltiple o manifold de la manera siguiente:

a) Retire el tapón del vastago de la válvula de las válvulas de servicio del equipo, y verifique que ambas válvulas de servicio estén asentadas atrás.

b) Retire los tapones de los orificios de medición de ambas válvulas de servicio.

c) Conecte la manguera central del múltiple aun cilindro de refrigerante, usando el mismo tipo de refrigerante del sistema, y abra ambas válvulas del múltiple.

d) Abra la válvula del cilindro del refrigerante cerca de dos segundos, y luego ciérrela. Esto purgará cualquier contaminante del múltiple y las mangueras.

e) A continuación, conecte las mangueras del múltiple a los orificios de medición (el manómetro compuesto de baja presión, a la válvula de servicio para la succión; y el manómetro de alta presión, a la válvula de servicio de la línea de líquido).

f) Asiente al frente o cierre ambas válvulas en el múltiple. Gire (en el sentido horario) ambas válvulas de servicio, una vuelta fuera de su asiento. El sistema permite registro en cada manómetro.

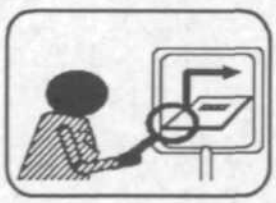
2. Conecte la manguera central a las válvulas del múltiple vacío.
3. Conecte la bomba y el cilindro de refrigerante a las válvulas del múltiple. Purgue las líneas con refrigerante.
4. Cierre la válvula del cilindro de refrigerante y abra la válvula de la bomba.
5. Abra "bastante" ambas válvulas del múltiple de manómetros y "ligeramente" ambas válvulas de servicio.
6. Ponga en operación la bomba y evacué el sistema hasta que se alcance 28" de mercurio de vacío sobre el manómetro compuesto. Permita que la bomba opere 15 minutos a este nivel.
7. Cierre la válvula de la bomba y ponga la bommba fuera de servicio.
8. Abra la válvula de refrigerane. Permita que la presión suba a 2 psi Hg. Luego cierre la válvula de refrigerante. Permita que el refrigerante se difunda a través del sistema y absorba humedad durante

5 minutos antes de la próxima evacuación.

9. Cierre la válvula de refrigerante. Abra la válvula de la bomba y repita los pasos de la evacuación hasta alcanzar de nuevo 28" de mercurio de vacío. Manténgalo durante 15 minutos con la bomba trabajando.
10. Cierre la válvula de la bomba y apague la bomba. Abra la válvula de refrigerante y cargue a 2 psi Hg sosteniéndolo de nuevo por 5 minutos.
11. Cierre la válvula de refrigerante. Abra la válvula de la bomba. Arranque la bomba y evacué de nuevo a 28" de vacío, y sosténgalo 15 minutos.
12. Detenga la bomba y rompa el vacío, cargando esta vez el sistema a 10 psi Hg o al nivel apropiado.

Conclusiones

La única forma de hacer adecuadamente nuestro trabajo, dejando satisfecho al cliente y, desde luego, dejando abierta la posibilidad de que nos vuelvan a solicitar el servicio es con la práctica continua. Por tal razón, mientras más practique, mejor hará su trabajo.



...y **después, ¿qué sigue?**

¿Qué son los sistemas combinados? ¿Qué tipo de sistemas combinados hay? ¿Para qué sirven los termostatos combinados? ¿Cómo se instala un sistema combinado? ¿Cómo se da servicio a sistemas combinados?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta conecta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* **Escoja una sola respuesta para cada pregunta.** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio, y envíelo a la escuela.*

1. El vacío es una presión más baja que la presión
a. manométrica.
b. absoluta.
c. atmosférica.
d. relativa.

2. El manómetro compuesto puede leer presiones tan pequeñas como
a. 30" Hg.
b. 40" Hg.
c. 50" Hg.
d. 60" Hg.

3. El manómetro de mercurio no permite probar presiones inferiores a
a. 400 micrones.
b. 600 micrones.
c. 800 micrones.
d. 1000 micrones.

4. Antes de poder probar un sistema para ver si tiene fugas, es necesario
a. hacerle vacío.
b. presurizarlo.
c. ponerlo a trabajar.
d. conectarlo.

Recorte aquí el talón de respuesta y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de lección L460

5. Nunca se debe usar oxígeno para presurizar un sistema ya que, en contacto con el aceite, éste
a. se oxida.
b. se seca.
c. produce humedad.
d. estalla.

6. El método de detección de fugas con solución jabonosa se puede usar
a. con cualquier refrigerante.
b. sólo con amoniaco.
c. sólo con freón.
d. sólo con agua.

7. Antes de comenzar a usar un detector de haluro, es necesario cerciorarse de que esté
a. abierto.
b. limpio.
c. cerrado.
d. conectado.

8. Si se está empleando un detector de fugas de haluro que no tiene alas a los lados del escudo, una fuga pequeña hará que la flama cambie a color
a. azul claro.
b. verde claro.
c. verde azuloso brillante.
d. amarillo.

9. Con el método del lado de baja, el procedimiento de carga se puede
a. retardar.
b. mantener estable.
c. hacer más lento.
d. acelerar.

10. El condensador de un sistema por compresión se encuentra ubicado en
a. el lado de alta.
b. el lado de baja.
c. en ambos lados.
d. en ningún lado.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

Autor
L. A. Delgado

Editor
Pedro López Cortezo

Asesoría Técnica
J. José Martínez Cosgalla

Diseño de Portada
Norma Iliana López Márquez

Curso de Sistemas de Refrigeración y Aire Acondicionado
©1993 por Sistemas Universales, S.A.
Insurgentes Centro No. 123, 06470 México, D.F.

Miembro de la Cámara Nacional de la Industria
Editorial, Reg. núm. 892

ISBN-968-6064-26-5

RIGUROSAMENTE PROHIBIDO
Todos los derechos están reservados. Cualquier tipo de reproducción y utilización mercantil, del texto o ilustraciones de esta publicación (incluido su empleo como texto escolar),sin autorización escrita del titular viola convenios nacionales e internacionales de derecho de autor, así como la legislación penal. Todo transgresor será consignado a las autoridades correspondientes como **reo de piratería intelectual.**
Y sufrirá en pleno el rigor de la ley.

Impreso en México-Printed in Mexico

SISTEMAS DE
Refrigeración
Y AIRE
ACONDICIONADO

CONTENIDO

Introducción 3

1. Tipos de sistemas combinados 4
2. Termostatos de combinación 10
3. Consejos acerca de la instalación 15
4. Servicio de sistemas combinados 18
5. Resumen 23
6. Tareas prácticas 26
7. Examen 29

Revisión y reparación de sistemas combinados

L461 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, **3**

Tipos de sistemas combinados, **4**
- Acondicionador de aire de ventana o de pared, **5**
- Acondicionador de aire central, **7**
- Acondicionador de aire de techo o exterior, **9**

Termostatos de combinación, **10**
- Termostato bimetálico combinado,**12**
- Termostato combiando de dos etapas, **12**
- Termostato combinado de fuelle, **12**
- Termostato combinado de teclas, **13**

Consejos acerca de la instalación, **15**
- Instalación del acondicionador de aire de ventana o de pared, **16**
- Instalación del acoondicionador de aire central, **17**
- Instalación del acondicionador de aire de techo o exterior, **18**

Servicio de sistemas combinados, **18**
- El acondicionador de aire de ventana, **19**
- El acondicionador de aire central, **21**
- El acondicionador de aire de techo o exterior, **23**

Resumen, **23**

Tareas prácticas:
Identificación de un sistema combinado, **26**

Examen, **29**

Introducción

En lecciones anteriores estudiamos los principios de la investigación, localización y reparación de las fallas de los sistemas de refrigeración y los sistemas de calefacción. En una de las lecciones, nos concentramos en los procedimientos aplicables a los sistemas de refrigeración, y en otra, en los diagramas del tendido eléctrico que se necesita conocer para dar este servcio a los sistemas de calefacción. El título de esta lección es "Revisión y reparación de sistemas combinados". Como seguramente ya lo adivinó, combinaremos los enfoques que adoptamos en las dos lecciones anteriormente mencionadas. O sea que, en esta lección, vamos a aprovechar lo que ya sabemos sobre los procedimientos y sobre los diagramas del tendido eléctrico.

¿Qué es un sistema combinado? Es un sistema que calienta y enfría. La bomba de calor también calienta y enfría, pero, propiamente, no es un sistema combinado. Para estas dos funciones en muchos casos se utilizan los mismos componentes. En los sistemas combinados, las funciones de calefacción y refrigeración comparten únicamente la misma caja o bastidor, y por lo general un termostato.

De hecho, encontrará usted que la principal diferencia entre un sistema simple y un sistema combinado es que, cuando se trata de este último, para darle servicio irá a la misma casa dos veces al año. Al principio de la temporada en que se necesita enfriar le dará servicio al sistema de refrigeración y al principio de la temporada en que se necesita calentar, le dará servicio al sistema de calefacción. Como ya se imaginará, casi todo lo que ha aprendido por separado sobre los dos sistemas se aplica a los sistemas combinados.

En esta lección aprenderá, antes que otra cosa, a identificar los diversos tipos de sistemas combinados. Veremos el acondicionador de aire de ventana o de pared, el acondicionador de aire central y el acondicionador de aire de techo. Estudiaremos los componentes de los diversos sistemas. La Figura 61-1 muestra los componentes de un típico acondicionador central.

¿El sistema de la Figura 61-1 es de flujo horizontal, ascendente o descendente? Tiene usted razón, es un sistema de flujo ascendente. Se puede determinar porque el pleno está en la parte de arriba. El pleno es la parte del sisema que conecta con la red de ductos. Esta red distribuye por toda la casa el aire frío o caliente. ¿Cómo puede uno precisar que se trata de un sistema combinado? Porque tiene una estufa, así como un serpentín enfriador.

Después de que se haya familiarizado completamente con los tres tipos de sistemas combinados que estudiaremos en esta lección, le mostraremos los diagramas del tendido eléctrico de los controles y los circuitos. Dedicaremos atención especial al termostato combinado. Es el único control que se ha agregado recientemente a los sistemas combinados.

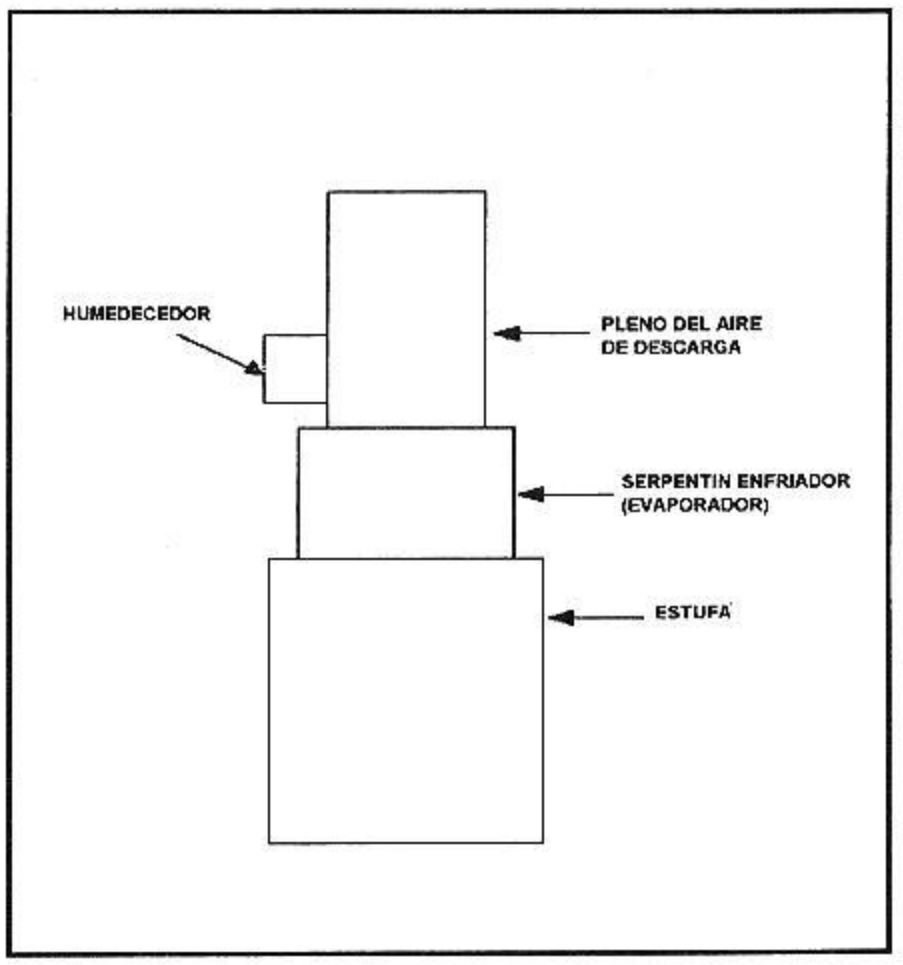


Fig. 61-1 Componentes de un típico acondicionador de aire central.

Luego, en la próxima lección, veremos qué se puede hacer para mejorar el aprovechamiento de la energía. Esto quiere decir que juntaremos todo lo que usted ya sabe sobre la refrigeración y el consumo de energía, y sobre el calentamiento y el consumo de energía. Y seguiremos concentrándonos en los procedimientos a medida que revisemos lo estudiado antes acerca de los compresores. Este repaso es importante. El compresor es el corazón del sistema de refrigeración. Como técnico de refrigeración y aire acondicionado, usted trabajará con compresores y los reemplazará a menudo.

Esta es la última lección en que trataremos el tema de la investigación, localización y reparación de fallas. Como usted sabe, es importante que lo conozca y lo domine. Es un conocimiento que tendrá que poner en práctica en casi todas las visitas de servicio. Le ayuda a localizar rápidamente las causas de los problemas. La razón es que organiza los conocimientos que uno tiene, para formar con ellos un sistema de síntomas y posibles causas. Una vez que se ha detectado el síntoma o el problema, se aplican los conocimientos de investigación y localización para probar todas las causas posibles. Y cuando uno encuentra la causa, puede remediarla. Los conocimientos y las habilidades que adquiera en esta lección lo prepararán para la reparación de las fallas que encuentre en sus investigaciones.

- CONOZCA EL SISTEMA
- HABLE CON EL CLIENTE
- MANEJE EL EQUIPO
- INSPECCIONE EL EQUIPO
- ENUMERE POSIBLES CAUSAS
- LLEGUE A UNA CONCLUSION
- VERIFIQUE SU CONCLUSION

Fig. 61-2 Los siete pasos básicos de la investigación, localización y reparación de fallas.

Antes de comenzar la lección, vamos a repasar los siete pasos básicos de la investigación, localizaciòn y reparación de fallas.

En esta lección, tendrá la oportunidad de conocer a fondo los sistemas combinados.

Tipos de sistemas combinados

Los sistemas combinados son sistemas completos de aire acondicionado. Controlan la temperatura y la humedad, así como el movimiento y la limpieza del aire. Si el aire está muy caliente, lo enfrían; y si está muy frío, lo calientan. El sistema humedece o deshumedece, según que esté equipado con un humedecedor o con un deshumedecedor. Esto, a su vez, depende del clima y del tipo de sistema. Si el sistema calienta por medio de electricidad, es posible que esté equipado con un deshumedecedor; pero si calienta mediante gas o petróleo, podría estar equipado con un humedecedor. En otras lecciones vimos detalladamente ambos componentes. También hemos visto el movimiento del aire y la manera en que se filtra. En esta lección no trataremos sobre el control de la humedad, el movimiento del aire ni la limpieza del aire. Ahora nos concentraremos en el control de la temperatura.

La ubicación de la unidad, así como de los componentes, depende del tipo de servicio combinado. Los tipos que veremos en esta lección son el acondicionador de aire de ventana o de pared, el acondicionador de aire central y el acondicionador de aire de techo.

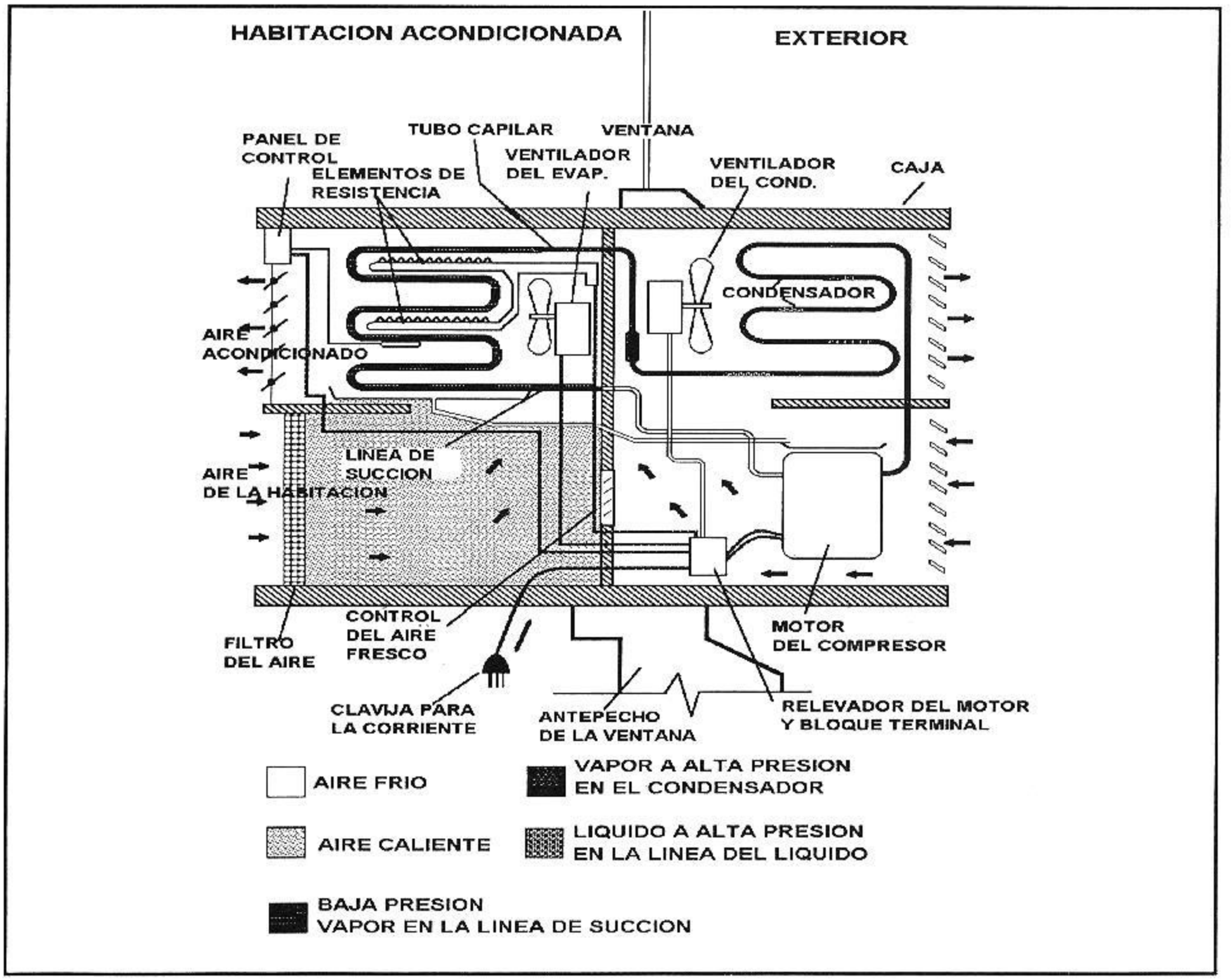


Fig. 61-3 Un acondicionador de aire combinado de ventana.

Acondicionador de aire de ventana o de pared

En una lección anterior tratamos acerca de este tipo de acondicionador. Pero ya pasó bastante tiempo desde entonces. Vamos a repasar el tema de los acondicionadores de ventana, tanto para refrescar sus conocimientos, como para introducirlo a otros dos tipos de acondicionadores de aire: el central y el de techo.

La principal diferencia entre los acondicionadores de ventana y de pared es la manera como se instalan: uno se instala en las ventanas y el otro en la abertura que se hace en la paredes. A veces, van instalados al ras de la pared o de la ventana, a veces sobresalen algunos centímetros hacia el exterior. Conocido también como sistema unitario, este tipo de acondicionador de aire es muy popular en sitios de clima moderado. Los que se calientan por medio de electricidad usan 240 volts de fuerza, mientras que los de gas o petróleo usan 120 volts.

El tipo más común de unidad acondicionadora de ventana usa calefacción eléctrica o de resistencia. En una lección anterior estudiamos este tipo de calefacción. ¿Cuáles serían los componentes principales de este sistema? Vamos a comentarlos.

- Motor de compresor hermético
- Condensador

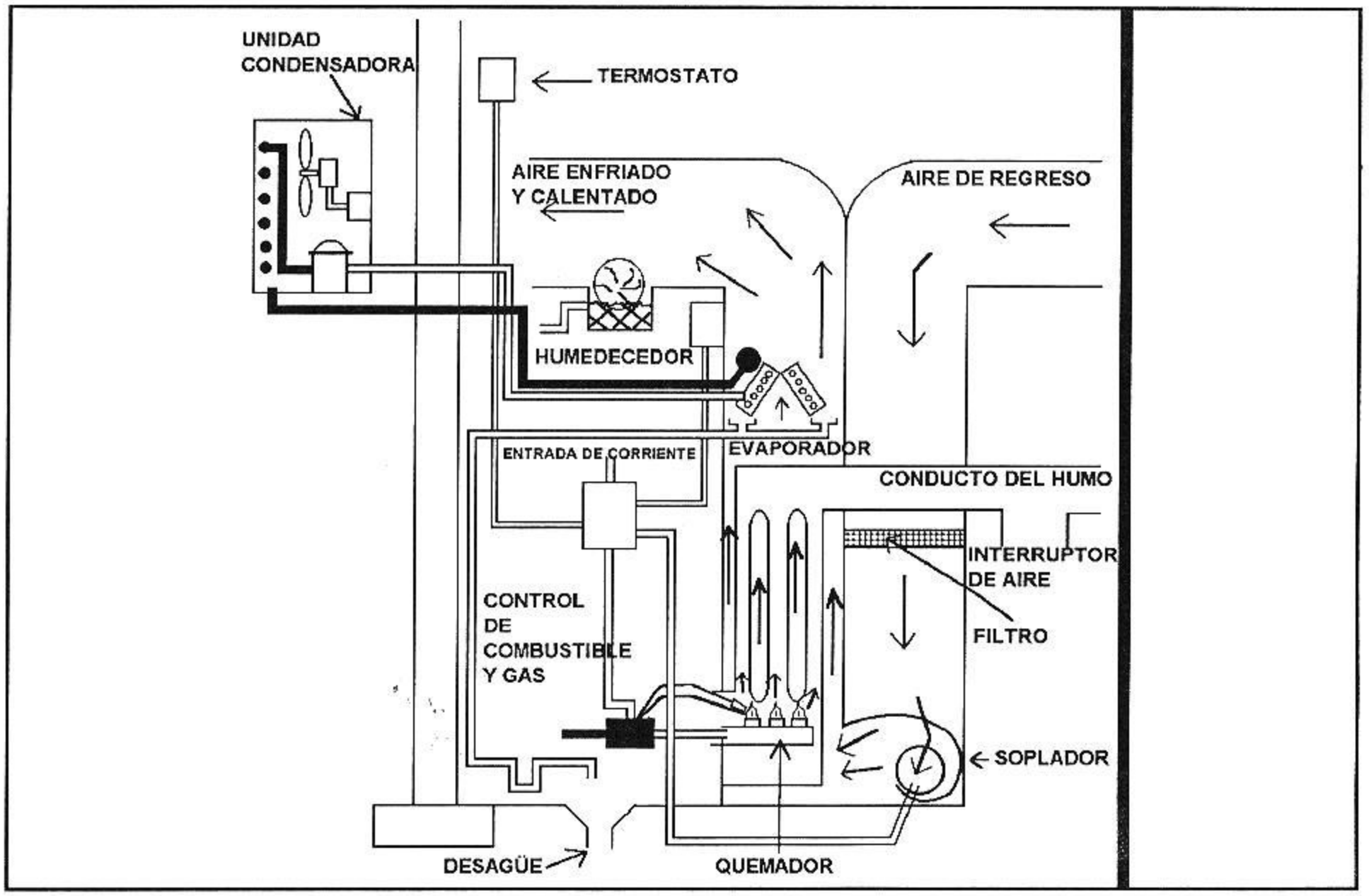


Fig. 61-4 Un sistema de aire acondicionado central que usa un quemador de gas para la calefacción y un evaporador de marco tipo **A** para el enfriamiento.

- Evaporador
- Dispositivo dosificador de tubo capilar
- Líneas del refrigerante
- Elementos de resistencia

Todos estos componentes contribuyen a la refrigeración, excepto los elementos de resistencia, que proporcionan calor. Claro está que el sistema también tiene ventiladores para el movimiento del aire, y un filtro para limpiarlo.

Vamos a repasar rápidamente el ciclo de refrigeración para lo cual utilizaremos como guía la Figura 61-3.

El refrigerante líquido se junta en el serpentín inferior del condensador. Luego es dosificado por el tubo capilar y pasa al evaporador. Un ventilador hace pasar aire caliente de la habitación por encima de los serpentines del evaporador, los cuales absorben dicho calor. En el evaporador, el refrigerante absorbe el calor de los serpentines. Al absorber este calor, el refrigerante hierve y se transforma en vapor a baja presión. Luego, el aire fresco es impulsado otra vez hacia la habitación por el ventilador.

Cuando el refrigerante sale del evaporador, es un gas a baja presión. Es extraído a través de la línea de succión y llevado hsta el compresor, que lo comprime y lo convierte en un gas a alta presión. Conforme auenta la presión del gas, lo mismo ocurre con su calor. Luego, el compresor bombea el gas a alta presión hacia los serpentines del condensador. El aire caliente impulsado por encima de los serpentines se lleva el calor, y vuelve el gas a alta presión a su estado líquido. Entonces,

el refrigerante está listo para volver a iniciar el ciclo.

Ahora vamos a repasar el ciclo de calefacción. Primero, localice en la Figura 61-3 los elementos de resistencia. Hay dos de ellos. El aire fresco es extraído de la habitación, impulsado por encima de los elementos de resistencia, que lo calientan, y devuelto a la habitación. ¡Sencillo! Como se puede apreciar en la Figura 61-3, el mismo ventilador hace circular durante el verano aire frío, y durante el invierno aire caliente.

Acondicionadores de aire central

En la Figura 61-1 se ilustra un acondicionador de aire central. Básicamente, es una estufa de aire forzado, a la que se le agrega un serpentín enfriador. Puesto que es una estufa de aire forzado para calefacción, puede ser de cualquiera de los tres tipos: de flujo ascendente, flujo descendente y horizontal. La que se muestra en la Figura 61-1 es del tipo de flujo ascendente. Seguramente recuerda usted a qué se refieren los términos flujo ascendente, descendente y horizontal. Se refieren a la dirección del flujo del aire a través de la estufa.

Hay dos tipos principales de acondicionadores de aire centrales: los unitarios y los armados en el lugar. Los de tipo unitario vienen completos, preempacados y listos para su instalación. Toda la instalación interna, tanto la eléctrica como la de tubería, está hecha. Por lo general, los acondicionadores unitarios se usan en casas. En el caso de los que se arman en el lugar, los componentes se reúnen y se ensamblan en el momento de la instalación. En otras palabras, el técnico construye el sistema en el lugar mismo.

Lo más frecuente es que los acondicionadores armados en el lugar se usen en edificios grandes, aunque claro está que se pueden usar en casas. La Figura 61-4 muestra un sistema de aire acondicionado central que podría ser tanto de tipo unitario como del que se arma en el lugar.

En los acondicionadores centrales, se usa cualquiera de tres tipos de serpentines enfriadores. ¿Qué es un serpentín enfriador? En efecto, es un evaporador. Los tres tipos de evaporadores usados en los acondicionadores de aire centrales son:

- El tipo A
- El tipo inclinado
- El tipo plano

Los evaporadores de tipo A y de tipo inclinado pueden usarse en acondicionadores centrales tanto de flujo ascendente como de flujo descendente. Los de tipo plano se usan en los acondicionadores centrales en los que el flujo del aire es horizontal. ¿En qué sentido fluye el aire en las estufas horizontales? Fluye de izquierda a derecha, o de derecha a izquierda, según sea el lugar en el que esté ubicado el soplador.

Bien, utilizando como guía la Figura 61-4, vamos a enumerar los componentes de este sistema combinado.

Veamos cómo funciona el ciclo de calefacción. El termostato indica que se necesita calor. Le dice al control del gas que envíe gas al quemador principal. Si la luz piloto está encendida, el control de gas será el que lo hará. La luz piloto prende el quemador principal. Cuando la temperatura de la cámara de combustión llega a determinado nivel, previamente fijado, el control del ventilador pone en funcionamiento el motor del soplador. El ventilador saca aire de la casa y lo hace pasar por el filtro, que lo limpia. Luego, impulsa este aire limpio hacia la cámara de calefacción, donde es calentado; lo introduce en la cámara de pleno y, finalmente, lo distribu-

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V *si considera verdadera la afirmación, o la letra* F *si la considera falsa.*

1. En un sistema de refrigeración automático, el compresor es el corazón del sistema.	F	V
2. La diferencia entre el sistema central y el de techo es su forma de funcionamiento.	F	V
3. El tipo más común de unidad acondicionadora de ventana usa calefacción eléctrica o de resistencia.	F	V
4. En un sistema de calefacción del tipo de ventana, el aire tomado de la habitación se calienta y luego se lanza al exterior.	F	V
5. Generalmente los acondicionadores de aire del tipo unitario se usan en casas.	F	V

Respuestas

1. V 2. F (Es la forma como se instalan.) 3. V 4. F (Se retorna a la habitación.) 5. V

ye a través de la casa. Cuando se alcanza en la casa la temperatura deseada, el termostato le indica al control del gas que suspenda el flujo de gas. Los quemadores principales se apagan. Cuando la temperatura de la cámara de combustión llega a un nivel bajo preestablecido, el control del ventilador desconecta el motor del soplador.

En el ciclo de refrigeración se usan el mismo filtro, soplador, pleno y termostato que en el ciclo de calefacción. El termostato es de un tipo especial, llamado termostato combinado. En la siguiente lección, trataremos sobre sus diversos tipos.

Fíjese en que el compresor hermético y el condensador se encuentran en el exterior del edificio. Durante el ciclo de refrigeración, el ventilador saca aire de la casa, lo hace pasar por el filtro y entonces lo impulsa por encima del evaporador. Conforme el aire caliente fluye por encima del evaporador, pierde su calor y vuelve a la casa como aire fresco. Al absorber el calor del aire, el refrigerante del evaporador hierve y se transforma en vapor a baja presión. Este vapor es atraído hasta el compresor, donde es presurizado, calentado y bombeado hacia el interior. En el compresor, el vapor refrigerante, ahora caliente y a alta presión, se enfría y condensa hasta hacerse líquido. Entonces, vuelve al evaporador para el siguiente ciclo.

Hay tres maneras de instalar los acondicionadores centrales unitarios. La primera es una especie de armado en el lugar, ya que el condensador, el evaporador, el compresor, los controles y la tubería se instalan en la estufa de aire forzado del

COMPONENTES QUE PROPORCIONAN CALEFACCION	COMPONENTES QUE PROPORCIOAN ENFRIAMIENTO	COMPONENTES COMUNES
gas combustible	compresor hermético	filtro soplador (ventilador)
control del gas	condensador	pleno
flama del piloto	evaporador	termostato
quemador de gas	líneas del refrigerante	
cámara de calentamiento		
conducto del humo		

Fig. 61-5 Componentes de un sistema combinado de aire acondicionado central.

cliente. Conforme a este método, el sistema de refrigeración se carga una vez que queda instalado. En una de las lecciones del curso le enseñamos cómo hacerlo.

El segundo método consiste en comprar un sistema totalmente armado y ya cargado. Entonces, el técnico hace las conexiones necesarias, tanto las eléctricas como las propias de los controles.

Conforme al tercer método, se compran un condensador, un compresor, un evaporador ya cargado y las líneas del refrigerante. El evaporador no forma parte del sistema, por lo que hay que unirlo con él. De manera que, para hacerlo, se utilizan acoplamientos de conexión rápida. Este tipo de acoplamientos permite conectar al sistema el evaporador ya cargado, sin que pierda refrigerante ni le entre el aire.

Acondicionador de aire de techo o exterior

El acondicionador de aire exterior es otro de los sistemas combinados que cuenta con todos los componentes necesarios para calentar y enfriar ensamblados en una sola unidad por el fabricante. Se distingue del acondicionador de aire central en que es instalado en el exterior. Al principio, estos sistemas se instalaban en los techos, pero ahora se instalan en cualquier sitio en que puedan conectarse con la red de ductos del edificio.

Los sistemas de este tipo ofrecen dos grandes ventajas. La primera es que los componentes se prueban e instalan en la fábrica, lo cual contribuye a hacerlos más económicos. La segunda es que la instalación es rápida y sencilla. Consiste en montar la unidad y hacer las conexiones. La unidad puede instalarse en el techo o junto al edificio, sobre una base de concreto. Las conexiones que es necesario hacer incluyen las de dos conductos: la conexión a un conducto de aire acondicionado y la conexión a un conducto de aire de retorno. Tendrá usted que conectar la energía eléctrica y la tubería del gas.

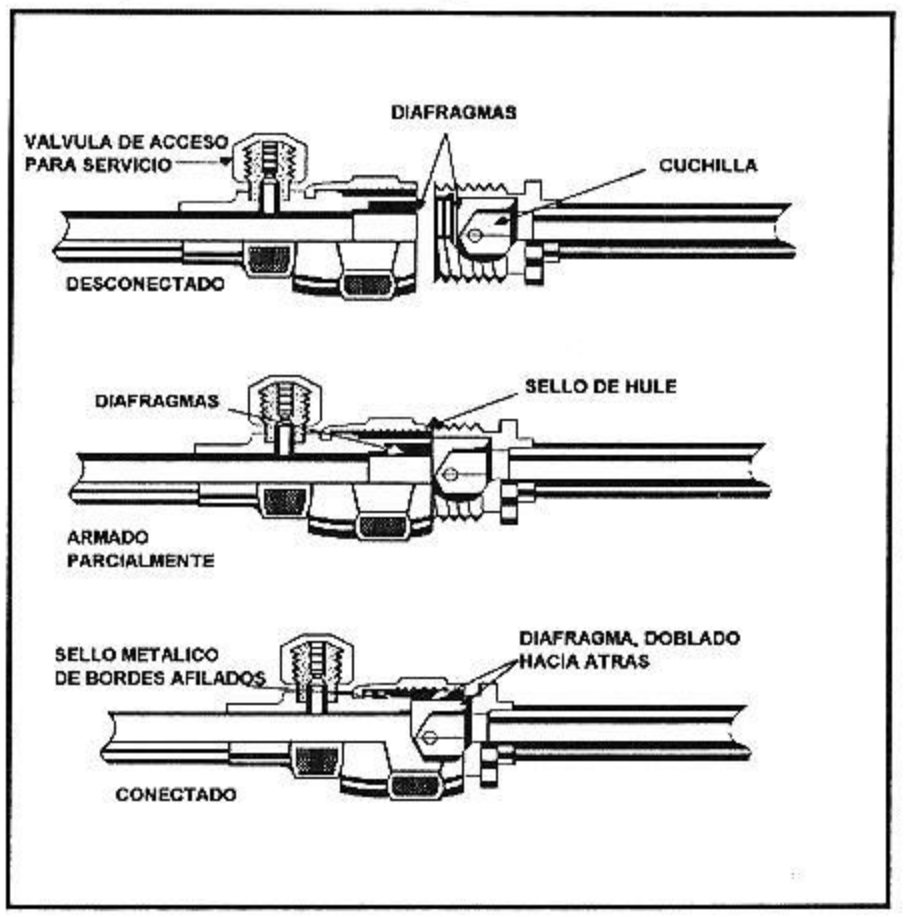


Fig. 61-6 Los acoplamientos de conexión y desconexión rápida, le permiten al técnico trabajar sin que el sistema pierda refrigerante o absorba aire.

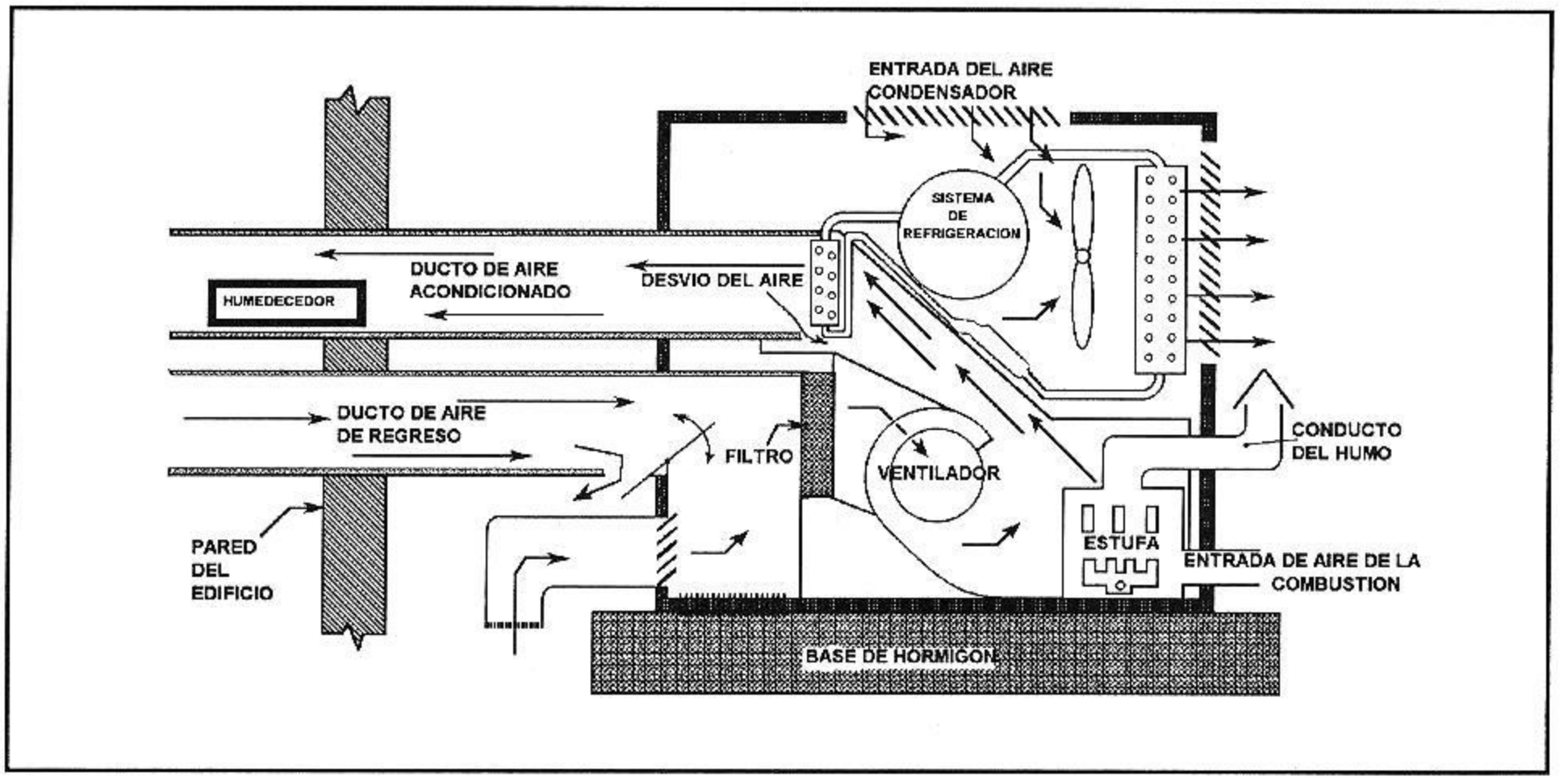


Fig. 61-7 Sistema combinado exterior que se conecta con la red de ductos por un costado del edificio.

Al principio, los sistemas instalados en la azotea sólo se usaban en edificios comerciales con techo plano, como los supermercados y los edificios de oficinas. Ahora es frecuente verlos en residencias. Cuando instale usted un sistema en una azotea, asegúrese de que ésta sea suficientemente resistente para soportar el peso adicional. Los sistemas combinados para azotea son a prueba de intemperie y las aberturas que haga usted en el techo para realizar la instalación deberán ser también a prueba de intemperie.

Muchas veces se usa gas como combustible en las unidades instaladas en azoteas, como en la Figura 61-7. En esos casos, se utilizan sistemas eléctricos de ignición para encender el piloto. Ya podrá usted imaginarse porqué. Una ráfaga de viento podría apagar la flama de un piloto de gas. La calefacción por medio de resistencia se usa también en las unidades que se instalan en azoteas. Los elementos de resistencia para los sistemas combinados instalables en azoteas vienen en capacidades de 20, 40 y 60 kilowatts.

Hemos repasado el ciclo de refrigeración y hemos revisado el ciclo de calefacción, utilizando elementos de resistencia y también gas como combustible. La Figura 61-8 muestra una unidad para azotea. Observe sus diferencias con la Figura 61-7.

Como puede usted ver en la Figura 61-8 el conducto de aire acondicionado y el conducto de aire de retorno están en la parte inferior del sistema para azotea.

Termostato de combinación

En otras lecciones ha aprendido usted mucho sobre controles y circuitos. En una, por ejemplo, conoció los sistemas de control. En otras dos aprendió acerca de los sistemas de control de hornos a base de aire a presión. En una más, se enteró de los sistemas de control para unidades de aire acondicionado. Hizo un repaso y aprendió más sobre sistemas de control y circuitos en otras lecciones. Según el tipo de sistema combinado de que se trate, en él se usará uno o varios de los controles que usted ya conoce. Por lo tanto, aquí hablaremos del sistema de control hecho especialmente para sistemas combinados: el termostato de combinación.

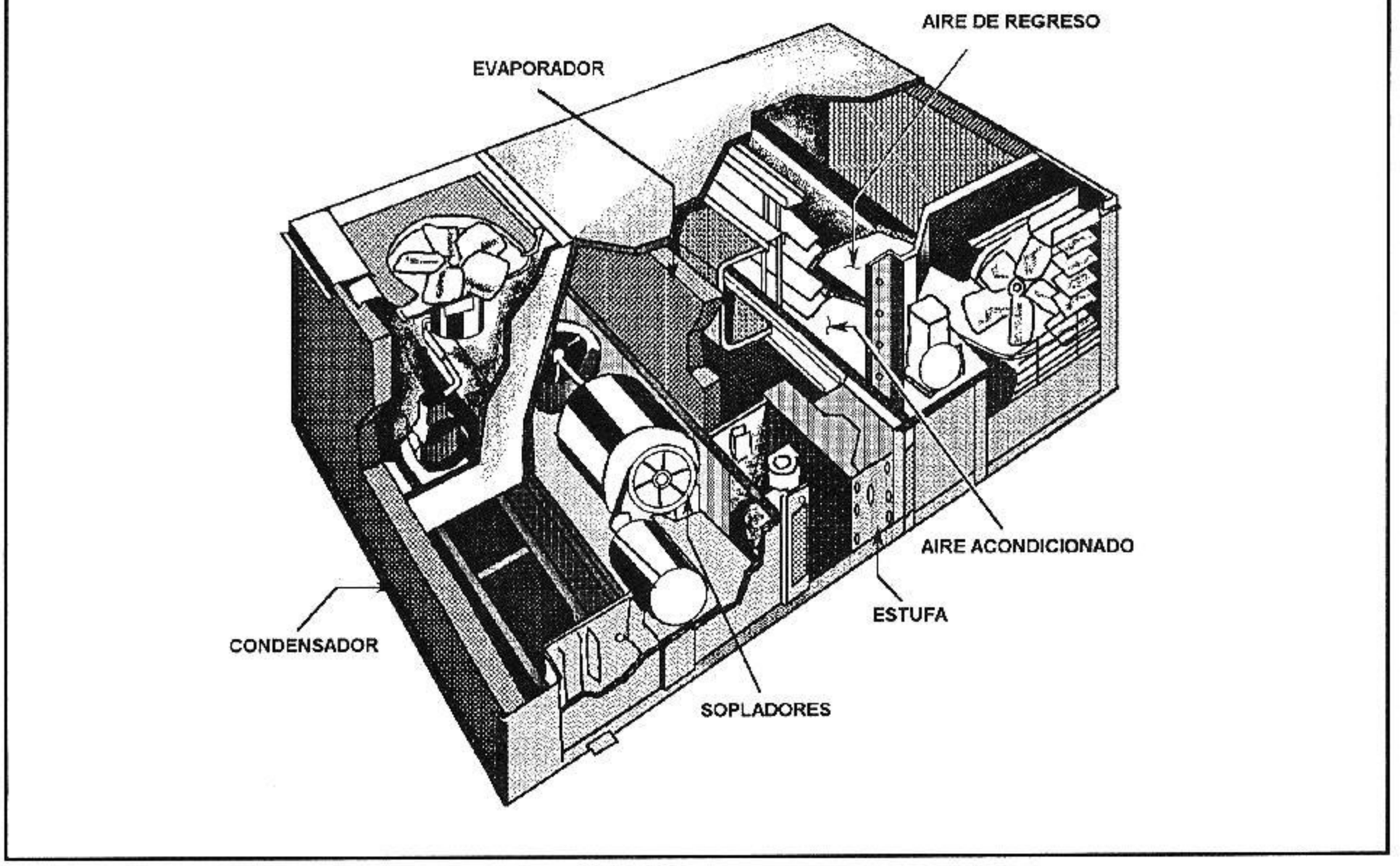


Fig. 61-8 Ejemplo de un sistema combinado de techo.

Un termostato abre o cierra un circuito eléctrico en respuesta a un cambio de temperatura. Los termostatos de combinación fueron diseñados especialmente para controlar sistemas combinados. Los termostatos de combinación abren y cierran los circuitos en diversas formas. Por lo tanto, hay muchos tipos de termostatos de combinación. Los que incluiremos en esta lección son el termostato bimetálico, el termostato en dos etapas, el termostato de fuelle y el termostato de teclas. Examinaremos los diagramas de alambrado de estos termostatos. Vamos a ver cómo funcionan.

Los termostatos de combinación tienen anticipadores del calor y también del frío, según se muestra en la Figura 61-9. Recordará usted que los anticipadores se aseguran de que la temperatura marcada en el termostato sea efectivamente la temperatura que produzca el sistema. El anticipador de calor evita la sobrecompensación del termostato. Es decir, impide que la casa se caliente por encima de la temperatura deseada, a causa del aire caliente que queda en el horno después que este último se apaga. Para lograrlo, produce una pequeña cantidad de calor, con el cual se compensa el calor que entrará a la casa todavía después de que se haya apagado la estufa. El anticipador de calor es ajustable, pero no así el anticipador de frío. Este produce también una pequeña cantidad de calor. Su propósito es que el sistema de refrigeración comience a funcionar con cierta anticipación, de manera que elimine más humedad y haga que el aire sea más confortable. Esto significa que el termostato se puede fijar en una temperatura más alta, con lo cual se ahorra dinero.

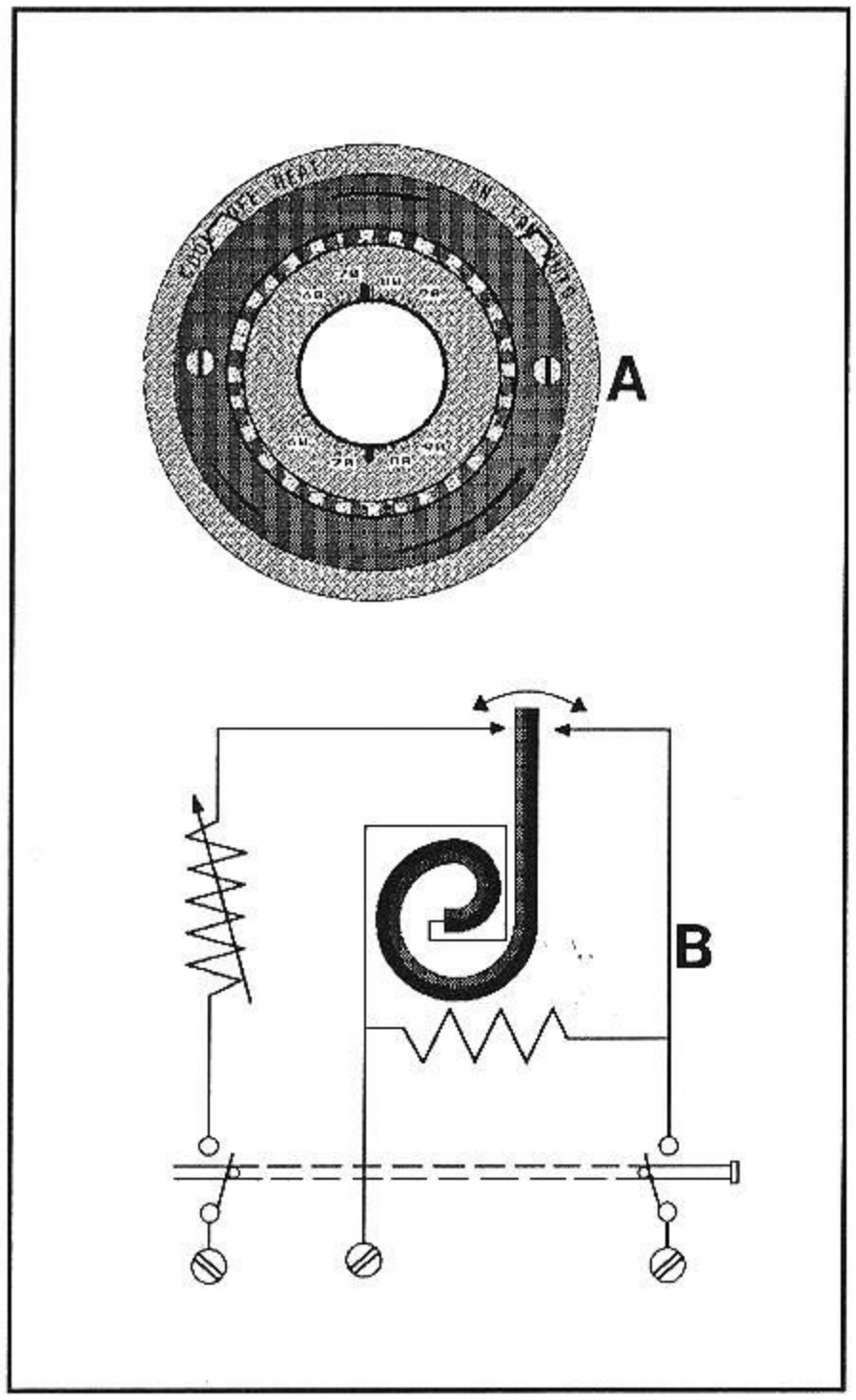


Fig. 61-9 Vista exterior *(A)* y vista interior *(B)* de un termostato bimetálico combinado.

Termostato bimetálico combinado

Por fuera, los termostatos bimetálicos combinados ofrecen el aspecto del que se muestra en la Figura 61-9 *(A)*. La Figura 61-9 *(B)* muestra, simplificado, el diagrama del tendido eléctrico de un termostato combinado. El termostato de tipo bimetálico es el que más se usa en los sistemas para casas.

Como se puede ver en la Figura 61-9, este termostato combinado tiene un anticipador de calor y un anticipador de frío. En estas lecciones hemos visto muchos dispositivos de control bimetálico. El que estamos estudiando ahora trabaja en la misma forma que los demás. Dos piezas metálicas que tienen distintos coeficientes de dilatación, están soldadas entre sí. Es frecuente que estas piezas sean una de cobre y la otra de hierro. Cuando la temperatura aumenta, el cobre se dilata más que el hierro. Al aumentar la temperatura, la tira biemetálica se dobla. Al disminuir se endereza. Esta acción de doblarse y enderezarse conecta e interrumpe el circuito. Cuando la tira bimetálica y el punto de contacto se tocan, se conecta el circuito. Cuando no se tocan, el circuito se interrumpe.

Termostato combinado de dos etapas

En una lección anterior tratamos sobre los termostatos de dos etapas. Se usan con frecuencia para la calefacción por resistencia en las estufas de aire forzado. Como recordará usted, la primera etapa pone en funcionamiento la mitad de los elementos de resistencia. Luego, si se necesita más calor, la segunda etapa pone en funcionamiento la otra mitad de los elementos. El termostato combinado de dos etapas que se muestra en la Figura 61-10 es un tipo de termostato bimetálico, pero las partes que conectan o interrumpen el circuito son un punto de contacto y un interruptor de mercurio. Por lo general, la tira bimetálica se encuentra enredada en forma de espiral. Debido a esto, su longitud es mayor, lo que le permite accionar todos los interruptores que debe activar. El interruptor de mercurio es inclinado o movido por el serpentín bimetálico.

La Figura 61-10 muestra un termostato bimetálico de dos etapas con cuatro interruptores de mercurio. Dos de los interruptores son para la refrigeración en las etapas uno y dos, y los otros dos para la calefacción en las etapas uno y dos.

Termostato combinado de fuelle

Este termostato usa otro dispositivo para controlar la conexión y la interrupción del circuito; una tubería sensible al calor, la

cual contiene un fuelle y un bulbo sensor con fluido volátil. A bajas temperaturas, el fluido se convierte en un vapor que se expande y hace presión sobre el fuelle. Unas veces, la tubería sensible es recta; otras veces, da vueltas sobre sí misma. Como se puede ver, la de la Figura 61-11 *(B)* es bobinada.

Conforme el fuelle se dilata y se contrae conecta o interrumpe el circuito, según sea la temperatura.

Termostato combinado de teclas

Este tipo de termostato usa relevadores para controlar el ventilador, el sistema de calefacción y el sistema de refrigeración. La Figura 61-12 muestra uno de dichos termostatos. En orden de izquierda a derecha, las teclas accionan la refrigeración, la calefacción, el apagado del ventilador, el funcionamiento automático del ventilador y el encendido del ventilador.

Según se aprecia en el diagraa del tendido eléctrico que se muestra en la Figura 61-12 *(B)*, este termostato usa un interruptor de mercurio para controlar las funciones de calefacción y enfriamiento del sistema. Asimismo, puede verse que también tiene un anticipador de calor y un anticipador de frío.

Los sistemas combinados también usan termostatos electrónicos y termostatos de retroceso o reloj. Un termostato electrónico es un sistema de estado sólido que usa relevadores, transistores y resistencias térmicas.

En una lección anterior, tratamos sobre los termostatos de retroceso. El termostato combinado de retroceso se utiliza de manera muy similar al termostato de calefacción de retroceso. Su principal diferencia externa es que tiene un interruptor que indica si el sistema está calentando o enfriando.

Ejercicio de Autoevaluación

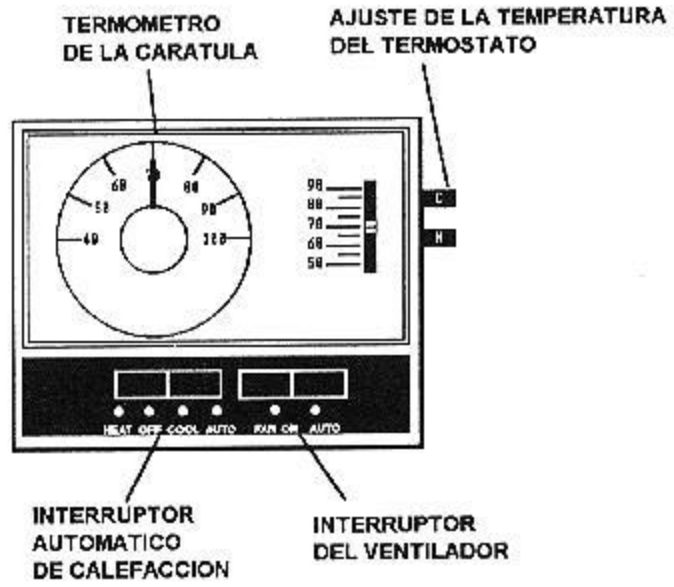
Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Cuando en el interior de la casa se alcanza la temperatura deseada, el termostato le indica al control del gas que _____ el flujo de gas.
2. Existen _____ maneras de instalar los acondicionadores centrales unitarios.
3. El termostato de tipo bimetálico es el que más se usa en los sistemas para _____.
4. Un termostato abre o cierra un circuito _____ en respuesta a un cambio de temperatura.
5. Los termostatos de combinaciòn tienen _____ del calor y también del frío.

Respuestas

1. suspenda. **2.** tres. **3.** casas. **4.** eléctrico. **5.** anticipadores.

1. Etapa 1: calefacción
2. Etapa 2: calefacción
3. Transmisión de 40 volts.
4. Línea 25 volts
5. Alambre rojo de empalme
6. Etapa 1: refrigeración
7. Etapa 2: refrigeración
8. Serpentín relevador del ventilador
10. Etapa 1
9. Tipo IC70-1
11. Etapa 1: calefacción
12. Anticipadores ajustables de calor
13. Etapa 2: calefacción
14. Etapa 1: refrigeración
15. Etapa 1
16. Anticipadores fijos de refrigeración
17. Etapa 2
18. Etapa 2: refrigeración
19. Calor
20. Apagado
21. Frío
22. Interruptor de los sistemas
23. Automático
24. Encendido
25. Automático
26. Interruptor del ventilador



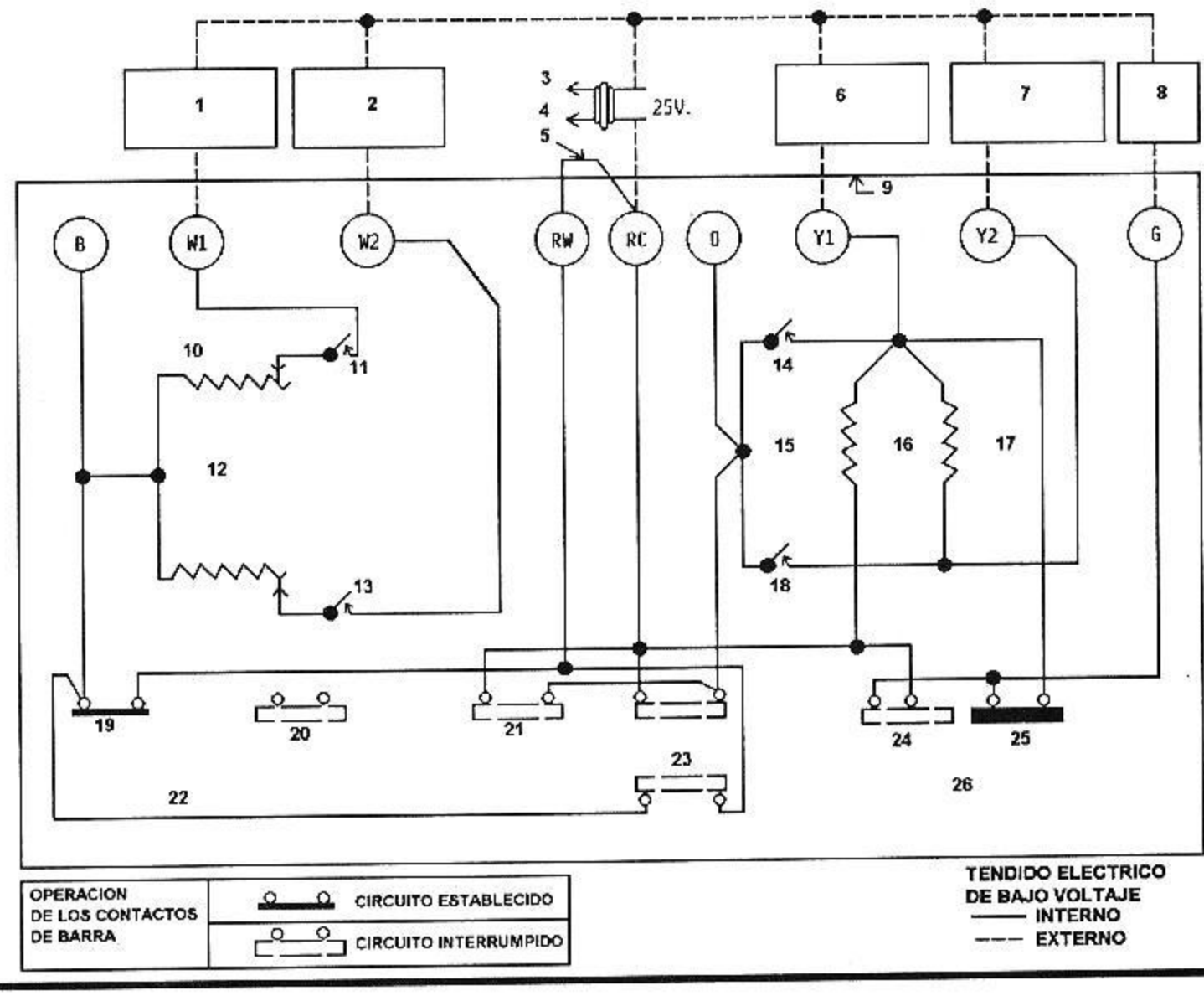
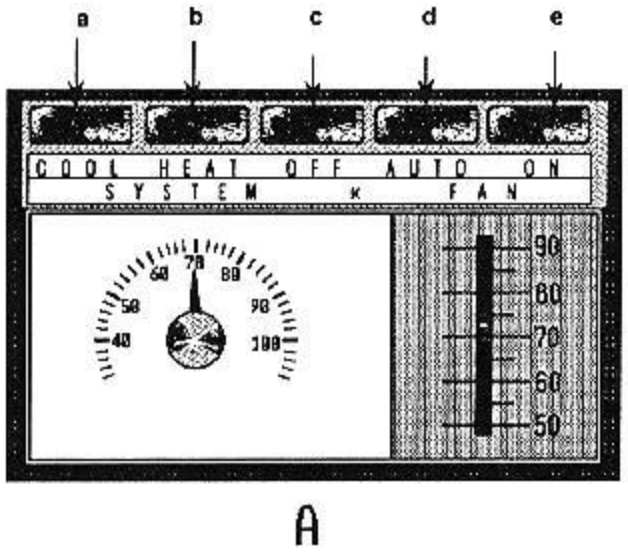
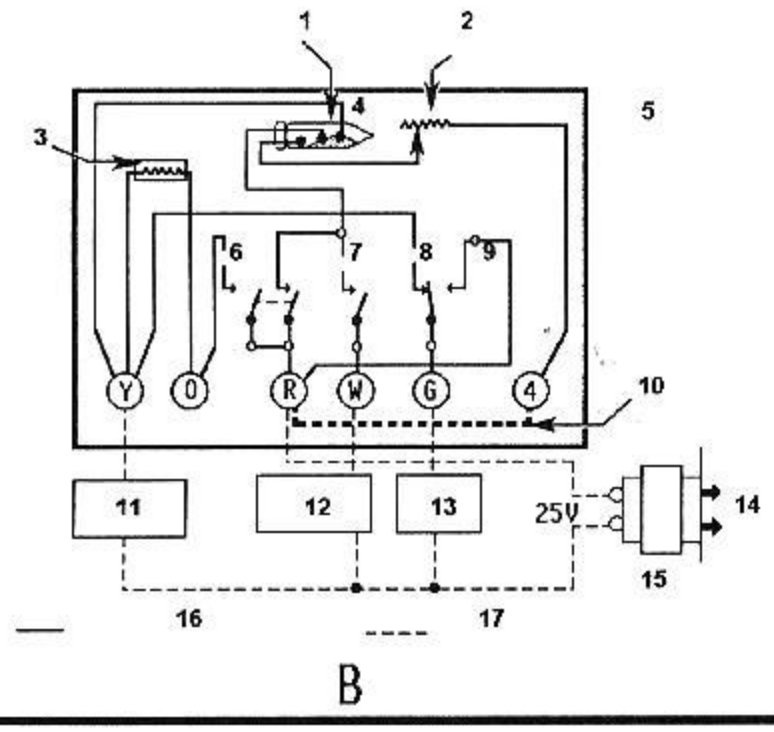


Fig. 61-10 Exterior de un termostato combinado de etapas *(A)* y diagrama esquemático del tendido eléctrico del mismo termostato *(B)*.



A



B

a. Refrigeración
b. Calefacción
c. Ventilador conectado
d. Automático del ventilador
e. Ventilador desconectado
1. Interruptor de mercurio
2. Anticipador de calefacción
3. Anticipador de refrigeración
4. Calor - Frío
5. Termostato y subbase de calefacción y refrigeración
6. Frío
7. Calor
8. Automático
9. Encendido
10. Empalme instalado en el lugar
11. Sistema de enfriamiento
12. Sistema de calefacción
13. Relevador del ventilador
14. 25 V Línea de 120 V
15. Transformador
16. Tendido eléctrico interno
17. Tendido eléctrico inductor

Fig. 61-12 Termostato combinado de teclas *(A)* y diagrama de su tendido eléctrico *(B)*.

Consejos acerca de la instalación

Normalmente, todos los sistemas combinados que hemos estudiado en esta lección vienen con instrucciones para su instalación. Debe leer siempre toda la literatura que venga con los sistemas que instale. Es aconsejable que lo haga incluso cuando ya sea usted un técnico de gran experiencia. Cada equipo es ligeramente distinto de los otros. De manera que no se puede estar seguro de que un determinado método de instalación sea apropiado para los diversos tipos de sistemas. Además, los fabricantes modifican y mejoran sus productos constantemente. Así que no existe ninguna seguridad de que un sistema de una marca determinada sea igual al de la

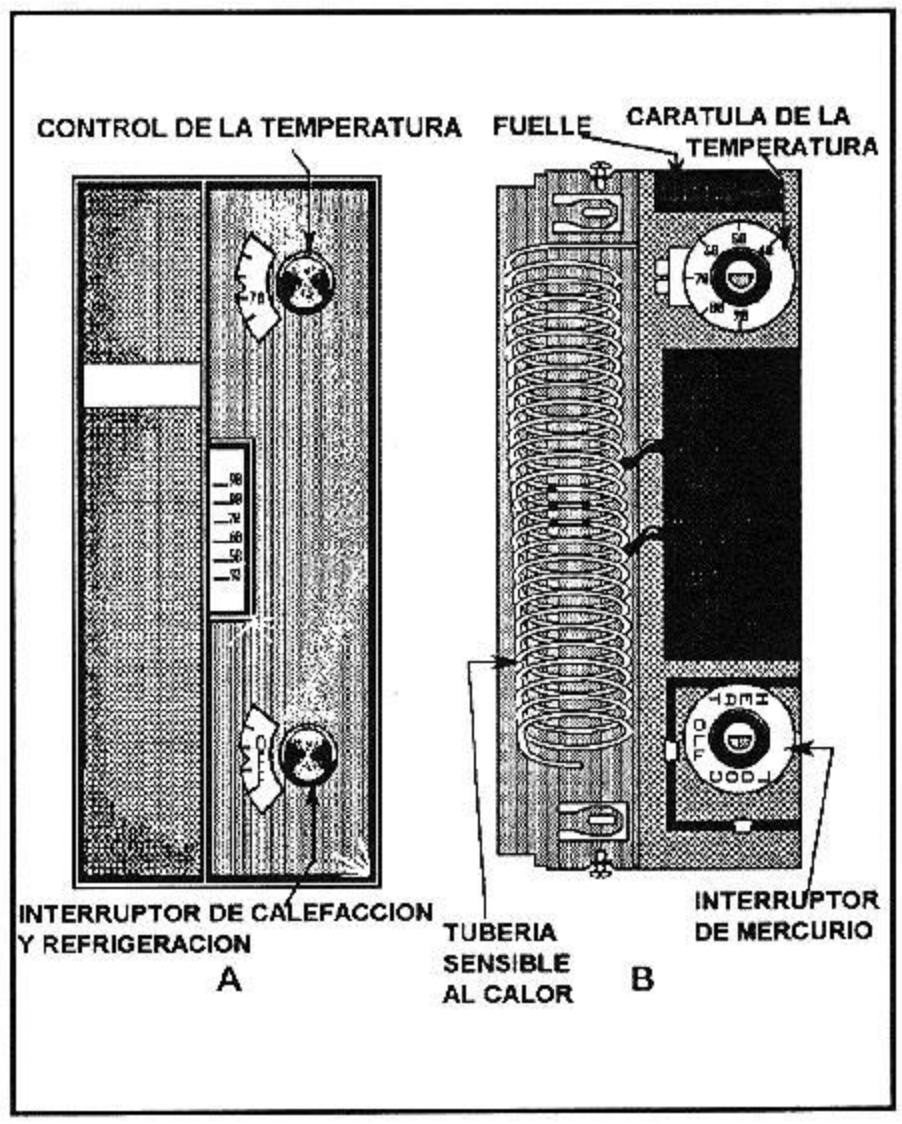


Fig. 61-11 Termostato combinado de fuelle *(A)* y vista de su construcción interior *(B)*.

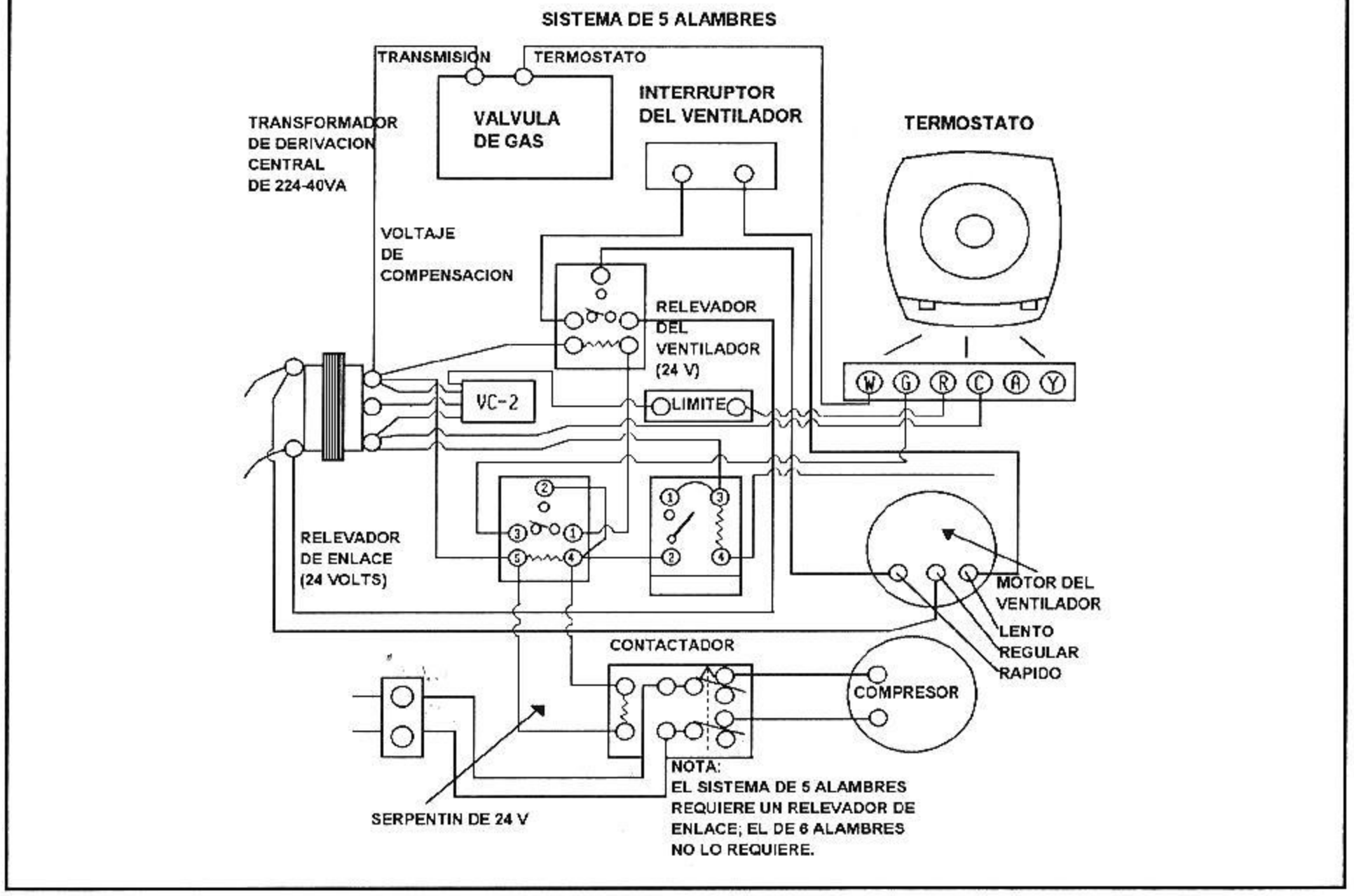


Fig. 61-13 Diagrama del tendido eléctrico de un termostato electrónico.

misma marca que instaló usted tiempo atrás.

En esta sección le daremos algunos consejos acerca de cómo instalar cada uno de los tipos de sistemas combinados. Así se familiarizará mejor con esta clase de sistemas.

Instalación del acondicionador de aire de ventana o de pared

En una de las lecciones del curso, vimos con detalle la manera de instalar un aparato de ventana. Es probable que los consejos que le vamos a dar lo ayuden a recordar esos aspectos.

Instale las cajas de las unidades de ventana con la parte exterior inclinada unos 60 o 70 mm hacia abajo. Esto permite que se descargue el agua de condensación.

Cerciórese de que la caja del aparato quede debidamente sujeta a la ventana y de que todas las orillas estén bien selladas. Esto evita que el aparato se caiga. Además, reduce las fugas de aire hacia afuera y hacia adentro.

Coloque una esponja de hule o una tira de plástico entre la caja del aparato y el antepecho de la ventana. Esto ayuda a hacer una unión a prueba de fugas.

Para mover el aparato de aire acondicionado, use una carretilla de rodillos o una plataforma móvil. Y cuando cargue el aparato, sosténgalo por la charola de abajo, no por la tubería o los serpentines.

Nunca fuerce el aparato para que entre en la caja. Cuando lo meta en la caja, asegúrese de que no queden atorados ni los alambres ni la línea del refrigerante.

Después de que haya instalado todos los componentes, revise todas las uniones y juntas. Asegúrese de que estén justas y bien selladas. Si ve alguna luz o le parece que una unión o una junta no es hermética, séllela con masilla para rellenar.

Instalación del acondicionador de aire central

Cuando se trate de este tipo de instalación, lo más frecuente es que haya que montar el sistema de enfriamiento en una estufa. Le recordamos que debe hacerlo de acuerdo con las indicaciones del fabricante que acompañan a los componentes.

Habrá ocasiones en que la estufa sea nueva. Pero si necesita instalar un sistema de refrigeración en una estufa vieja, asegúrese de que no tenga más de 15 años de uso. Si tiene más, reemplácela e instale el sistema en la estufa nueva.

El método de instalación específico varía según el tipo de estufa y según el componente del sistema. Sin embargo, cuando arme en el lugar mismo acondicionadores de aire centrales deberá seguir los siguientes pasos:

- Instalar el condensador y el compresor.
- Instalar el evaporador.
- Instalar las líneas del refrigerante.
- Instalar el cableado eléctrico.

Como ya sabe por lo que vimos antes en esta misma lección, tanto el condensador como el compresor se instalan en el exterior del edificio. La ubicación de estos dos componentes es muy importante. Recuerde siempre que debe mantener las líneas del refrigerante tan cortas como sea posible. No se olvide de que el compresor hace mucho ruido. Así que no ponga el compresor ni el condensador cerca de los vecinos, de las recámaras o de un patio. Los condensadores necesitan que el aire circule bien. Por lo tanto, no coloque ni el condensador ni el compresor muy cerca de la pared. Asegúrese de que queden por lo menos a 60 cm de ella. Asimismo, póngalos retirados de los aleros, los salientes y los rincones.

A continuación le damos algunos otros consejos acerca de la instalación de acondicionadores de aire centrales:

- Investigue los reglamentos de construcción de la localidad, para asegurarse de que sus planos de instalación estén en regla.
- Monte el condensador de manera que esté nivelado.
- Al montar el evaporador en la cámara de pleno, hágalo de manera que quede debidamente nivelado y seguro.
- Asegúrese de que el aparato tenga paneles desmontables, para poder limpiarlo y darle servicio.
- Cerciórese de que todo el aire pase a través del evaporador.
- Instale un desgüe y una charola para el agua de condensación. Algunos reglamentos de construcción requieren que el sistema cuente con una bomba para el desagüe.
- Al instalar las líneas del refrigerante, use conexiones acampanadas, conexiones con soldadura o acoplamientos de conexión-desconexión rápida. En una de las primeras lecciones estudiamos detalladamente estos tipos de conexiones.

Una vez que usted haya terminado de hacer la instalación, ponga a funcionar el sistema para probarlo completamente. Compruebe que no tenga fugas y revise la presión. Y para hacer las conexiones eléc-

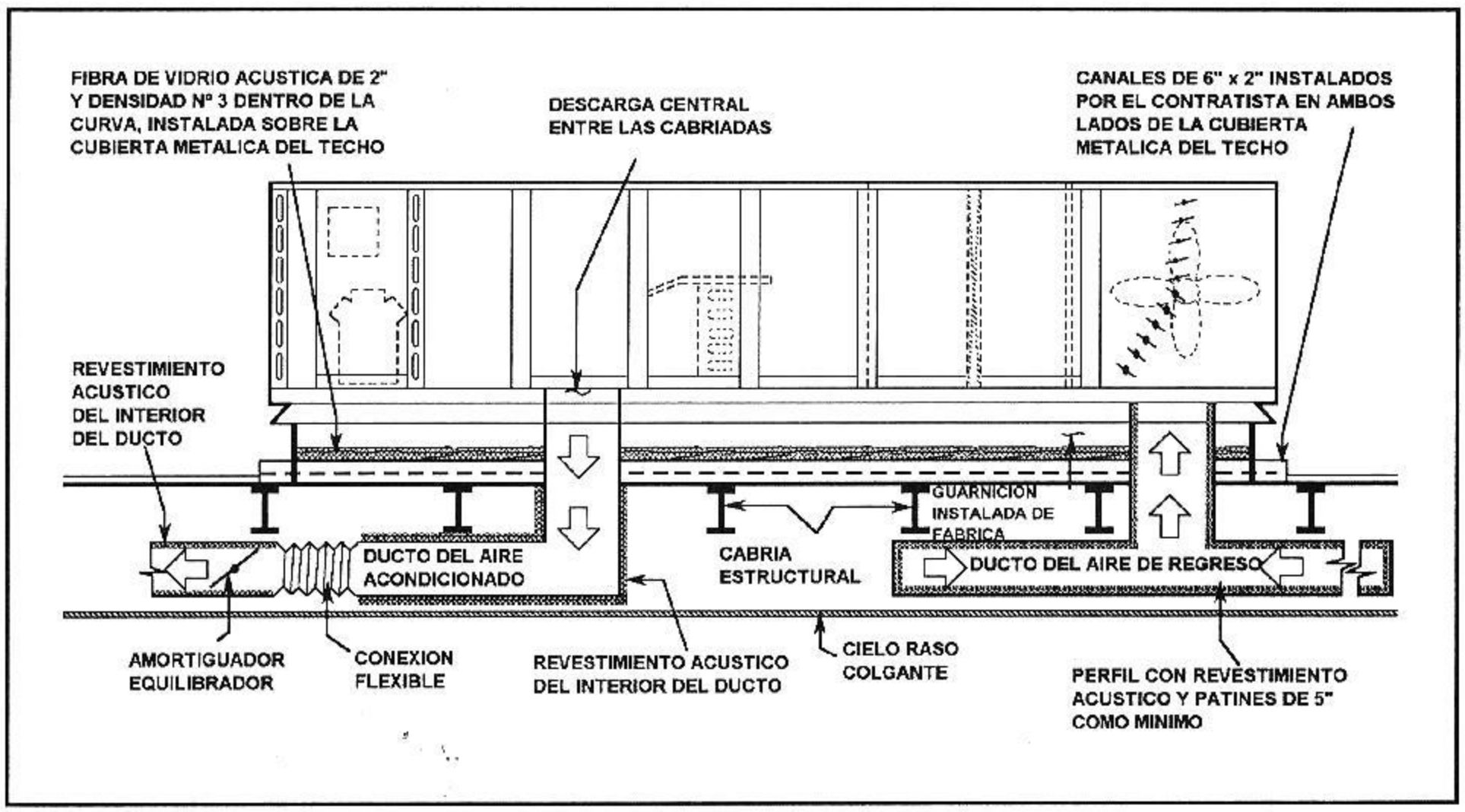


Fig. 61-14 Una típica instalación de techo. Aire acondicionado *(A)*. Aire de regreso *(B)*.

tricas, consulte el diagrama del cableado eléctrico que viene con los componentes.

Instalación del acondicionador de aire de techo o exterior

Como de costumbre, siga las indicaciones que acompañan al aparato que esté instalando, a pesar de que muchos de estos acondicionadores de techo se instalan en la misma forma que el ilustrado en la Figura 61-13.

Estos aparatos se deben instalar de manera que no tengan fugas, así como para reducir el ruido y las vibraciones. Para lograrlo, deben utilizarse juntas flexibles, ductos con forro acústico, amortiguadores de compensación, conexiones flexibles y perfiles de alineación acústica, como se muestra en la Figura 61-14.

Investigue los reglamentos de construcción locales y asegúrese de que la instalación se haga de acuerdo con ellos. Esto es particularmente importante cuando se trata de estufas de gas. La tubería del gas debe satisfacer las disposiciones de los reglamentos locales. Es mejor dedicar un poco de tiempo a informarse sobre los reglamentos y hacer las cosas en forma debida desde el principio que tener que hacerlas de nuevo para corregir lo que se hizo mal. Cuando sucede algo así, uno es quien pierde el tiempo y el dinero. Además, si una instalación mal hecha causa perjuicios, quizá tuviera uno que hacer frente a una demanda. Así que hay que hacer todos los trabajos como se debe.

Servicio de sistemas combinados

Usted ya sabe mucho acerca de cómo dar servicio a estos sistemas, puesto que tiene muchos conocimientos acerca del servicio de sistemas de refrigeración y calefacción. A estas alturas, ya tiene una buena idea sobre cómo dar servicio a todos sus componentes. De modo que en esta sección nos dedicaremos, principalmente, a revisar y a relacionar unos con otros los hechos que ya conoce.

El acondicionador de aire de ventana

Usted ya sabe mucho sobre cómo dar servicio a los equipos combinados de ventana. Ha aprendido todo lo relativo al servicio de sistemas de refrigeración, y acerca de los sistemas de calefacción por resistencia. Así que vamos a hacer un pequeño repaso.

- Limpie o reemplace el filtro por lo menos dos veces al año.

- Por lo menos una vez al año, saque el aparato de la caja y limpie el evaporador, el condensador, el motor y las aspas del ventilador, el compresor y la caja misma. Use una aspiradora que esté equipada con un cepillo. En caso de que algunas de las partes sean difíciles de alcanzar, use el accesorio de plástico que tiene forma de aspa. Nunca use un accesorio de metal porque podría originar una fuga.

- Por lo menos una vez al año inspeccione el motor del ventilador y el del compresor, y lubríquelos en caso necesario.

- Con un alambre delgado, limpie el desagüe de la condensación.

- Cerciórese de que todos los pernos, tuercas y tornillos estén bien apretados.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Termostato que se usa con frecuencia para la calefacción por resistencia en las estufas de aire forzado. _____
2. Termostato que posee una tubería sensible al calor, la cual contiene un fuelle y un bulbo sensor con fluido volátil. _____
3. Acondicionador de aire en el cual se deben instalar las cajas de los aparatos, con la parte exterior inclinada unos 60 a 70 mm hacia abajo. _____
4. Acondicionador de aire en el cual la estufa para calefacción no debe rebazar los 15 años de uso. _____
5. Acondicionador de aire que se debe instalar asegurándose de que no existan fugas, ni la mínima presencia de ruido y vibraciones. _____

a. Termostato combinado de fuelle
b. Acondicionador de aire central
c. Acondicionador de aire de techo
d. Termostato combinado de dos etapas
e. Acondicionador de aire de ventana

Respuestas

1. d, **2.** a, **3.** e, **4.** b, **5.** c.

PROBLEMA	CAUSA	REMEDIO
Unidad no funciona	fusible fundido	reemplazar fusible
	tendido eléctrico roto/suelto	probar/arreglar
	cortocircuito en contato de pared	probar/arreglar
	unidad recibe poco voltaje	tal vez se necesite cambiar tendido eléctrico del circuito o poner circuito nuevo
	interruptor de arranque defectuoso	probar/reemplazar
Unidad hace ruido	embarque del compresor	quitar bloque, quitar o aflojar pernos
	caja de empalmes floja	probar/apretar
	capacitor flojo	probar/apretar
	líneas del refrigerante golpean superficie metálica	probar/arreglar
	aspas del ventilador dobladas/sueltas	arreglar o reemplazar
	motor del ventilador desalineado o suelto	probar/alineaar otra vez o apretar
Agua gotea	unidad no se instaló inclinada hacia afuera	probar/arreglar
	desagüe tapado	limpiar desagüe
	recogegotas tiene una fuga	probar/sellar
Unidad no enfría	filtro de aire obstruido	limpiar/reemplazar
	nivel refrigerante bajo	probar/cargar
	amortiguador abierto	cerrarlo
	flujo de aire sobre condensador obstruido	quitar obstrucción
	dispositivo dosificador obstruido	limpiar reemplazar
Evaporador se cubre de hielo	filtro de aire obstruido	limpiar/reemplazar
	ventilador de evaporador trabaja mal	probar/arreglar
	Cliente usa unidad para enfriar cuando afuera está muy fresco	informar/enseñar al cliente
Calor insuficiente	filtro de aire obstruido	limpiar/reemplazar
	restricciones del flujo de aire sobre elementos	probar/arreglar
	motor del ventilador suelto/roto	
	aspas del ventilador sueltas/rotas	
	correa del ventilador floja/rota	probar/reemplazar
Elementos no encienden	termostato	arreglar/reemplazar
	alambres sueltos/rotos	arreglar
	fusible fundido	reemplazar
	elemento quemado	reemplazar
	interruptor de límite deficiente	reemplazar interruptor

Fig. 61-15 Guía para la revisión, diagnóstico y reparación de un sistema combinado de ventana de aire acondicionado.

- Con un cepillo suave, o el que venga con la aspiradora, limpie los elementos de la resistencia.

Naturalmente, es posible que lo llamen para que dé servcio a un acondicionador de aire de ventana porque ha surgido un problema. En ese caso, recurrirá usted a sus conocimientos de investigación y localización de fallas. La Figura 61-15 es una corta lista de las fallas que pueden presentarse en los acondicionadores de aire de ventana combinados.

El acondicionador de aire central

Los dueños de acondicionadores de aire centrales pueden hacer varias cosas ellos mismos para contribuir al mantenimiento de sus aparatos. Es conveniente que estas cosas se hagan dos veces al año, cuando se cambia de la calefacción al enfriamiento o del enfriamiento a la calefacción. Sin embargo, muchos de los clientes ignoran que ellos mismos podrían realizar estas sencillas tareas, lo que les permitiría ahorrar algún dinero. Hay otros que sí lo saben, pero no quieren hacerlas. Prefieren pagarle a un técnico. Un buen técnico en REAC le da al cliente la información que éste quiere. Por ejemplo: la primera vez que visite a un cliente para darle servicio a su sistema, puede preguntarle si le interesa saber qué podría hacer él antes de que usted llegue.

En caso de que el calefactor tenga un cárter, debe ser puesto en funcionamiento 24 horas antes de que el sistema arranque. Eso es algo que es necesario decirle al cliente cuando se le llama por teléfono para fijar el día de la visita de servicio. Muchos clientes están dispuestos a pasarle la aspiradora al condensador una vez al año, y a reemplazar el filtro dos veces al año. Algunos clientes también quieren que dos veces al año se revisen los amortiguadores, se aceiten los cojinetes del motor y los ventiladores, se pruebe la banda del ventilador y se reemplace o ajuste según se requiera. También les interesa que, con la misma frecuencia, se limpien las charolas y el tubo del desagüe.

Es posible que su cliente no desee hacer ninguna de las tareas que se relacionan con el servicio regular. En tal caso, será necesario que usted haga todo lo que se indica arriba, así como estas otras tareas:

- Limpiar los puntos del termostato dos veces al año.
- Verificar las presiones del sistema de refrigeración una vez al año.
- Probar el voltaje y el amperaje de carga completa dos veces al año.
- Comprobar la carga del refrigerante una vez al año.
- Una vez al año, revisar la línea de succión, para que no esté sudada o escarchada.
- Probar y limpiar el sistema de encendido una vez al año.
- Probar y limpiar el quemador de petróleo una vez al año.
- Probar y limpiar el intercambiador de calor y la cámara de combustión una vez al año.
- Manejar y probar los controles dos veces al año.

La lista de las posibles fallas de la parte enfriadora de un sistema central de acondicionamiento de aire es muy similar a la de un acondicionador de aire de ventana. La Figura 61-16 muestra una corta lista de

PROBLEMA	CAUSA	REMEDIO
Motor del quemador no arranca	relevador sucio/defectuoso	limpiar o reemplazar contactos
	bajo voltaje	probar
	interruptor de placas defectuoso	reemplazar
	control del límite defectuoso	reemplazar
	transformador del relevador deficiente	reemplazar
	termostato abierto	reemplazar
	contactos del termostato sucios	limpiar contactos
	conexiones flojas/sucias	probar/limpiar/apretar
	motor sobrecargado/quemado	arreglar/reemplazar
Motor del quemador arranca pero luego se detiene	tubería obstruida	limpiar
	presión del aceite muy baja	probar/ajustar
	regulador de presión abierto y atorado	probar/ajustar
	desfogue del tanque cerrado	abrirlo
	filtro del combustible obstruido	limpiar
	cedazo de bomba obstruido	limpiar
	colador dela tobera obstruido	limpiar
Motor del quemador fuera de tiempo	temperaturas del termostato fijadas muy cerca una de otra	probar/arreglar
	anticipador mal fijado	probar/arreglar
	interruptor de límite fijado muy bajo	probar/arreglar
Quemador produce humo, ollín y olores; hace sonido intermitente	presión del aceite muy alta	ajustar
	tiro muy escaso	limpiar chimenea y conducto del humo/ ajustar control del tiro
	fugas en cámara de combustión/ intecamiador de calor	probar/arreglar
	tobera del aceite gastada, floja, sucia, goteando	probar/arreglar/reemplazar
Electrodos no hacen chispa	electrodos sucios	limpiar
	electrodos resquebrajados o rotos	reemplazar
	electrodos mal instalados	montarlos bien
	transformador del encendido defectuoso	reemplazar
Quemador hace ruido	ventilador flojo	apretar
	control de tiro flojo	apretar
	bomba de aceite gastada	reemplazar
	coladera del aceite sucia	limpiar
	aire en la línea del aceite	sangrar la línea
	transformador del encendido defectuoso	reemplazar
	contactos del relevador sueltos	apretar

Fig. 61-16 Breve guía para la revisión, diagnóstico y reparación de la parte calefactora de un acondicionador de aire acondicionado central que usa un quemador de petróleo para producir el calor.

PROBLEMA	CAUSA	REMEDIO
Estufa usa demasiado combustible	tobera gastada o floja	reemplazar/apretar
	tobera sucia o con fuga	limpiar arreglar
	presión del aceite del intercambiador de calor	
	cámara de combustión muy baja o muy alta	ajustar

Fig. 61-16. (Continuación) Breve guía para la revisión, diagnóstico y reparación de la parte calefactora de un acondicionador de aire acondicionado central que usa un quemador de petróleo para producir el calor.

las fallas que tal vez se tengan que investigar y reparar en la parte calentadora de uns sistema acondicionador de aire central que queme petróleo.

El acondicionador de aire de techo o exterior

Es poco probable que los clientes participen en el servicio de los aparatos de techo. Ya hemos tratado sobre el servicio y la localización y reparación de fallas del acondicionador de aire de ventana. Lo que dijimos entonces se aplica igualmente a los componentes de los aparatos de techo. La Figura 61-17 es una breve lista de las fallas que pueden presentarse en los aparatos acondicionadores de techo que producen calor mediante el uso de quemadores de gas.

Hay algunos procedimientos hechos especialmente para el servicio de los acondicionadores combinados de techo. Su único propósito es la seguridad. Primero que nada, recuerde siempre que debe subir al techo de la manera menos peligrosa posible. Si usa una escalera portátil, apóyela en el edificio con un ángulo lo suficientemente grande para impedir que se caiga hacia atrás. Además, verifique que esté bien asentada en el suelo. Para mayor seguridad, debe rebasar el borde del techo al menos por dos o tres peldaños. Cuando suba o baje la escalera, sujétese con ambas manos. Entonces, ¿cómo pueden llevar al techo las herramientas y los otros utensilios que se necesitan para el trabajo? Amárrelos con una cuerda y súbalos hasta el techo. Haga que un asistente se quede abajo para que le ayude a guiar la cuerda.

Algo particularmente peligroso es usar una escalera portátil cuando el viento es muy fuerte o huracanado. No lo haga. También debe tener mucho cuidado cuando esté lloviendo o nevando, sobre todo cuando se encuentre cerca de un circuito eléctrico. Si el sistema usa gas, o tiene un quemador de petróleo, no respire los vapores que escapan del conducto del humo.

En tiempos de frío, use guantes y ponga una mampara o algo similar que lo proteja contra el viento. Cuando haya vientos muy veloces, use un cinturón de seguridad. En tiempos de calor, no deje las herramientas bajo los rayos del sol, pues podrían calentarse tanto que le quemarían las manos. Póngase sus guantes cuando maneje paneles de metal que estén calientes, y use guantes de hule cuando trabaje en circuitos eléctricos. También es aconsejable usar casco y anteojos protectores.

Resumen

En esta lección estudió usted tres principales sistemas combinados: el acondicionador de aire de ventana, el acondicionador de aire central y el acondicionador de aire de techo o exterior. También aprendió que estos sistemas no son totalmente nuevos, sino combinaciones de sistemas que estudió con anteriori-

PROBLEMA	CAUSA	REMEDIO
Flama del piloto no arde debidamente	la presión del gas es muy baja	ajustar
	húmero o chimenea excesivos	ajustar control del tiro
	orificio del piloto obstruido	limpiar
	filtro obstruido	limpiar/reemplazar
Flama del piloto se apaga	humedad congelada alrededor del regulador del tanque	descongelar
	válvula del gas mal fijada	ajustar
	flama del piloto sucia	limpiar
	flama del piloto fijada muy baja	ajustar
	alambres sucios o sueltos	limpiar/apretar
	termocupla floja, sucia o defectuosa	apretar/limpiar/reemplazar
Flama del quemador inapropiada	flama amarilla: quemador sucio, muy poco aire primaria	limpiar quemador/ajustar aire
	azul vacilante: tiro excesivo	ajustar tiro
	flama muy pequeña: presión muy baja u orificio obstruido parcialmente	ajustar presión/limpiar orificio
	flama se levanta sobre quemador: presión muy alta	ajustar presión
	flama muy intensa: orificio muy pequeño	reemplazar orificio
Retroceso del encendido se retrasa	piloto débil o mal montado	reemplazar/volver a montar
	muy poco aire primario	ajustar
	presión del múltiple muy baja	ajustar
	puntales dañados	reemplazar
Quemador estalla al encenderse	flama del piloto mal montada	ajustar
	tubo de flama del piloto sucio	limpiar
	flama del gas al piloto fijada muy baja	ajustar
	válvula del gas tiene una fuga	arreglar/reemplazar
	presión del gas indebida	ajustar
	flama del piloto no indicada para sistema	reemplazar
Estufa no produce calor suficiente	estufa muy pequeña	reemplazar
	correa del ventilador floja	reemplazar/apretar
	motor del ventilador inservible	reemplazar
	aspas del ventilador sueltas	apretar
	termostato defectuoso	recalibrar/reemplazar
	control del límite defectuoso/sucio	reemplazar/limpiar
	Estufa, filtro o ductos sucios	limpiar
Estufa produce demasiado calor	control del límite fijado muy alto	ajustar
	termostato fijado muy alto	ajustar
	termostato defectuoso	reemplazar

Fig. 61-17 Breve guía para la revisión, diagnóstico y reparación de la parte calefactora de un sistema combinado de techo de aire acondicionado que usa un quemador de gas para producir el calor.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. En un sistema de aire acondicionado del tipo ventana, el filtro se debe limpiar o reemplazar por lo menos _____ veces al año.
2. Los elementos de la resistencia de la calefacción de un sistema de ventana se deben limpiar con la aspiradora o con un _____ suave.
3. En caso de que el calefactor tenga cárter, éste debe ser puesto en funcionamiento _____ horas antes de que el sistema arranque.
4. Es poco probable que los clientes participen en el servicio de los aparatos de _____.
5. Generalmente los procedimientos de reparación de los equipos de techo o exteriores tienen como propósito fundamental la _____.

Respuestas

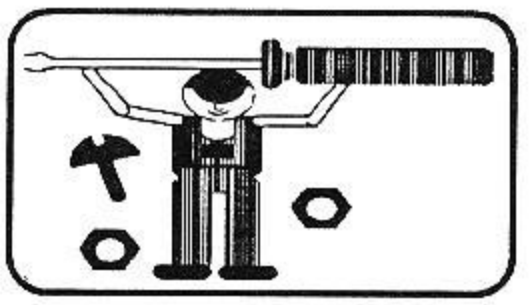
1. dos. **2.** cepillo. **3.** 24. **4.** techo. **5.** seguridad.

dad. Debido a ello, gran parte de esta lección fue un repaso, lo que está bien, pues es la última lección dedicada a la investigación, diagnóstico y reparación de fallas. Este tipo de conocimiento se cuenta entre los más importantes que debe tener un técnico de Refrigeración y Aire Acondicionado. Es un talento que usted utilizará casi a diario.

En esta lección aprendió usted muchas cosas nuevas. Para empezar, aprendió cuáles son los componentes de los diversos sistemas combinados que se estudian. Vimos que en esos sistemas se emplea un termostato de tipo especial que, naturalmente, se llama termostato de combinación. Y aprendió usted los diversos tipos más importantes de termostatos de combinación.

Le dimos a continación detallados consejos o pistas sobre la instalación de cada uno de los distintos sistemas combinados. Una de las cosas más importantes que tratamos fue cómo instalar un sistema combinado en el techo de una casa o un edificio sin correr peligro.

En la sección relativa al servicio, repasamos también los métodos de investigación, diagnóstico y reparación de los componentes de un sistema combinado. Ahora ya cuenta usted con unas tablas de diagnóstico y reparación que le serán indispensables en su trabajo de técnico en REAC. ¡Felicidades!



Tareas prácticas

Identificacion de un sistema combinado

Materiales que usted necesitará:

- Acceso a un sistema de techo
- Diagrama de un sistema de techo
- Papel y lápiz

Información previa

Los equipos con combinación de calefacción y enfriamiento para instalación con ductos caben dentro de la descripción de las unidades de techo de una sola pieza. Estas son ideales para centros comerciales de pocos pisos y para edificios comerciales e industriales en general. Esta categoría de equipos para acondicionamiento durante todo el año ha experimentado, en particular, el más rápido ritmo de crecimiento entre todas aquellas reportadas por el *Air-Conditioning and Refrigeration Institute* de los Estados Unidos.

El diseño de esta unidad tiene características similares a las de un acondicionador paquete grande para enfriamiento y de condensación por aire, añadiéndole una sección de calefacción y otra sección para la distribución del aire.

Lo que deberá hacer

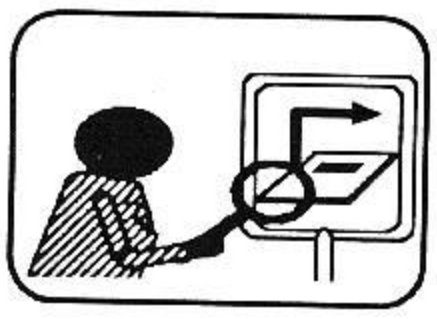
Conocerá físicamente una unidad de aire acondicionado combinado, del tipo de techo, e identificará cada una de sus partes principales.

Procedimiento

1. Localice cerca de su casa alguna construcción donde se haya instalado un equipo del tipo de techo. Si usted reside en un lugar cálido, seguramente no encontrará un sistema combinado, ya que en invierno no hará frío suficiente como para necesitarse calefacción.
2. Solicite permiso para subir con el técnico de servicio cuando éste vaya a atender el equipo.
3. Cuando suba con el técnico, lleve un diagrama del tipo de equipo para poder identificar sus partes.
4. Una vez destapado el equipo, identifique cada una de sus partes principales con la ayuda de su diagrama.
5. Si tiene cerca al técnico de servicio, haga las preguntas que considere necesarias para aclarar sus dudas.

Conclusiones

Usted está preparado para operar y dar servicio a sistemas de aire acondicionado de tipo combinado, y si decide dedicarse a atender a estos equipos seguramente tendrá el respeto de sus clientes y, desde luego, pronto alcanzará el éxito.



... y después, ¿qué sigue?

¿Cómo puede mejorarse la eficiencia de los sistemas de enfriamiento? ¿Qué es la clasificación REE? ¿Cómo se ajusta un quemador de petróleo para obtener la máxima eficiencia? ¿Para qué sirve un amortiguador de desfogue automático? ¿Cuáles son los tipos básicos de los sistemas de enfriamiento? ¿Cuáles accesorios del sistema de refrigeración ayudan a impedir que se queme el motor del compresor? ¿Cómo se reemplaza un compresor sin peligro? ¿Cómo se instala una válvula perforadora? ¿Qué es el método del R-11?

Examen

INSTRUCCIONES: Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso. Escoja una sola respuesta pra cada pregunta. Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio y envíelo a la escuela.

1. Si un sistema de tipo combinado calienta por medio de electricidad, es posible que esté equipado con un
a. precalentador.
b. difusor.
c. deshumedecedor.
d. eyector.

2. Cuando el refrigerante sale del evaporador, es
a. un gas a baja presión.
b. un gas a alta presión.
c. un líquido a baja presión.
d. un líquido a alta presión.

3. Un serpentín enfriador es
a. un condensador.
b. un evaporador.
c. un almacenador.
d. un difusor.

4. Para instalar los acondicionadores centrales unitarios existen
a. tres reglas.
b. tres requisitos.
c. tres manuales.
d. tres maneras.

Recorte aquí el talón de respuesta y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de lección **L461**

5. El anticipador de calor evita la sobrecompresión

a. condensador.
b. termostato.
c. evaporador.
d. compresor.

6. Para la calefacción por resistencia en las estufas de aire forzado, frecuentemente se usan

a. termostatos combinados de dos etapas.
b. termostatos combinados de fuelle
c. termostatos combinados operados mediante teclas.
d. termostatos bimetálicos combinados.

7. Un termostato electrónico es un sistema sólido que usa relevadores, transistores y

a. capacitores.
b. transductores.
c. resistencias térmicas.
d. condensadores.

8. Cuando se instala un sistema de aire acondicionado en el mismo sitio de operación, las líneas de refrigerante se instalan en

a. primer término.
b. segundo término.
c. tercer término.
d. cuarto término.

9. Las conexiones eléctricas se deben efectuar de acuerdo a

a. el tipo de cable a usar.
b. la potencia del equipo.
c. la corriente necesaria.
d. el diagrama de cableado eléctrico.

10. Las presiones del sistema de refrigeración se deben verificar

a. una vez al año.
b. dos veces al año.
c. tres veces al año.
d. cuatro veces al año.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegurese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción....3
1. El uso eficiente de la energía....3
2. Compresores quemados....9
3. Cómo reemplazar un compresor sin peligro....13
4. Limpieza del compresor quemado....16
5. Resumen....20
6. Tareas prácticas....21
7. Examen..., ...23

El uso eficiente de la energía

L462 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

El uso eficiente de la energía, 3
- Cómo mejorar la eficiencia de los sistemas de refrigeración, 3
- Cómo mejorar la eficiencia de los sistemas de calefacción, 4
  - Sistemas de calefacción que queman petróleo, 5
  - Sistemas de calefacción que queman gas, 6
  - Sistemas de calefacción por resistencia, 7

Compresores quemados, 9
- Medidas de seguridad, 12

Cómo reemplazar un compresor sin peligro, 13
- Desmontaje del compresor, 14
- Instalación del compresor nuevo, 15

Limpieza del compresor quemado, 16
- Descargue el refrigerante y quite el compresor, 17
- Limpie el dispositivo dosificador y quite el filtro-secador, 17
- Limpie el condensador, 17
- Limpie el evaporador, 18
- Limpie las líneas del refrigerante, 18
- Vuelva a instalar el dispositivo dosificador ya limpio, 18
- Instale el compresor nuevo, 18
- Instale un filtro-secador nuevo en la línea del líquido, 19
- Evacué y cargue el sistema, 19

Resumen, 20

Tareas prácticas:
Reemplazo de un compresor quemado, 21

Examen, 23

Introducción

Como ya sabemos perfectamente, un equipo de aire acondicionado es un transformador de energía que proporciona frío o calor según sea el caso. Si se toman en cuenta, pues, las condiciones que vive el mundo en lo referente al consumo de energía, es necesario que nosotros, como técnicos de servicio en Refrigeración y Aire Acondicionado, contemos con los elementos necesarios para hacer más eficiente el uso de la energía que emplean los sistemas que atendemos.

En esta lección trataremos lo relativo a los sistemas de calefacción que pueden emplear como combustible petróleo, gas o bien energía eléctrica, para alimentar elementos de resistencia. Veremos aspectos acerca de la eficiencia de la estufa, de los elementos que pueden llegar a desperdiciar mayor cantidad de combustible y de las partes a verificar en un equipo que operara con resistencia eléctrica.

También estudiaremos lo relacionado con los compresores que, por una u otra razón, llegaran a quemarse, las causas que originan esto, la manera de reemplazarlos de manera segura, y la forma de limpiar un sistema cuyo compresor se haya quemado.

Todos estos temas le permitirán redondear sus conocimientos en forma tal que pueda llegar a ser un técnico de servicio de mucho éxito.

El uso eficiente de la energía

Las modificaciones o ajustes que van a mejorar la eficiencia de la energía en una unidad combinada son los mismos que mejoran dicha eficiencia en cada uno de los sistemas principales del equipo combinado. Usted sabe a qué se debe esto. Se debe a que el sistema combinado consiste en un sistema de calefacción y en otro de refrigeración que están juntos en una misma caja. No es un sistema totalmente nuevo, ni muy diferente de los que ya hemos estudiado. Por lo tanto, para mejorar su eficiencia, se siguen los mismos pasos que usted ya conoce. En esta lección, revisaremos cuáles son esos pasos para el sistema de enfriamiento. En una de las lecciones anteriores se trató este tema de manera más amplia. Luego, revisaremos los pasos para los diversos tipos de sistemas de calefacción que se usan en los acondicionadores de aire combinados. Para estudiar estos aspectos de manera más detallada, vea las lecciones anteriores donde se estudian estos temas.

Cómo mejorar la eficiencia de los sistemas de refrigeración

En los Estados Unidos de América, el Departamento de Comercio clasifica los sistemas de enfriamiento de acuerdo con su eficiencia. La ley dispone que se deben clasificar todos los sistemas para uso doméstico que se vendan; la clasificación debe aparecer en el aparato. La clasificación se conoce como la "Relación de Eficiencia Energética" (REE). Es la capacidad de enfriamiento, expresada en BTU por hora, dividida entre la energía eléctrica consumida, expresada en watts. Indica cuánta energía se necesita para lograr una determinada cantidad de enfriamiento. Un aparato que tenga una alta clasificación REE usará menos energía para lograr la misma cantidad de refrigeración que otro que tenga una baja clasificación. De manera que, cuanto más alta es la REE, más eficiente es el aparato.

Esto es de gran ayuda para los consumidores cuando compran sistemas de refrigeración. Suponiendo que todos los otros aspectos sean iguales, conviene comprar el sistema que tenga más alta clasificación en REE. Se ahorra energía; se ahorra dinero. Sin embargo, usted, como téc-

nico en Refrigeración y Aire Acondicionado, debe probar también el consumo de sistemas de energía que están en uso. Si los componentes se desgastan, o si su eficiencia disminuye, la REE del aparato se reducirá. A continuación, le damos una lista de procedimientos que le servirán para probar la REE de los sistemas de enfriamiento. Usted ya sabe cómo llevar a cabo estos procedimientos.

- pruebe el consumo de wattaje
- mida las resistencias
- pruebe la continuidad
- haga una prueba rápida de los capacitores
- pruebe las partes de estado sólido

Estas son las pruebas que hará usted en el motor del compresor.

Como sabe, el compresor hermético es el corazón de los sistemas domésticos de refrigeración. En la lección correspondiente aprendió a realizar estos procedimientos. Abajo, se enumeran los pasos que se deben seguir para probar la eficiencia del motor del compresor.

- Localice las terminales del motor
- Pruebe los embobinados
- Pruebe los capacitores

Cómo mejorar la eficiencia de los sistemas de calefacción

En los acondicionadores de aire combinados, se puede usar un sistema de calefacción eléctrico, de gas o petróleo. En los aparatos de ventana, como en casi todos los aparatos de pared, se usan elementos

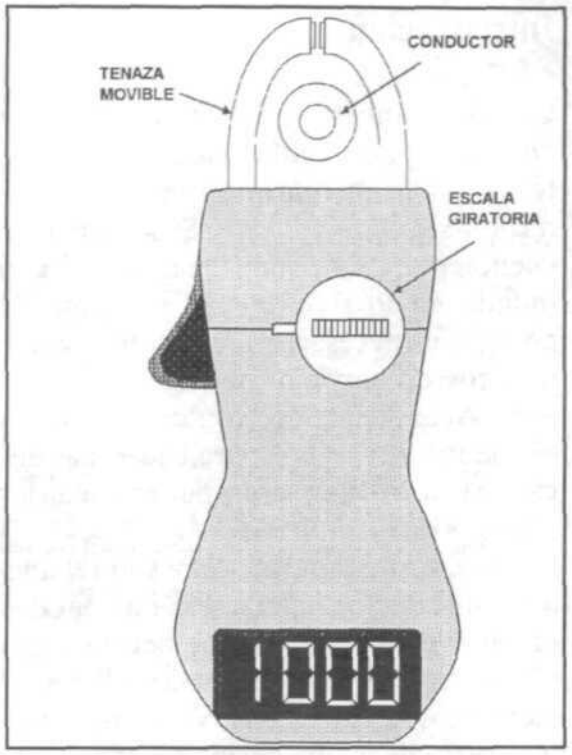


Fig. 62-1. Este medidor de volts, amperes y ohms tiene una abrazadera y se puede llevar en el bolsillo para usarlo en muchas de las pruebas del motor del compresor.

de resistencia para calentar. Los equipos de techo o exteriores usan cualquiera de los tres métodos, aunque es muy frecuente que para calentar usen elementos de resistencia o quemadores de gas. Los acondicionadores de aire combinados usan los tres métodos.

En esta lección, vamos a ver los aspectos relacionados con la eficiencia de los calefactores eléctricos, de los que quemas gas y de los que queman petróleo. Los sistemas de techo o exteriores no tienen chimeneas o conductos de humo; sin embargo, sus demás componentes son iguales y se deben tratar de la misma manera. Lo que decimos sobre el calefactor eléctrico se aplica a todos los tipos de calentamiento por resistencia, en tanto se usen elementos y circuitos de resistencia. Tenga en cuenta que la presente es sólo un breve repaso que deberá serle útil para recordar lo que ya sabe acerca de estos sistemas. En

las lecciones correspondientes, encontrará un estudio más detallado del tema.

Antes de ver por separado los diversos tipos de sistema de calefacción, deseamos llamar su atención sobre una cosa que puede hacer en los tres sistemas y que mejora notablemente la eficiencia en el consumo de energía. Consiste en asegurarse de que el sistema use un termostato combinado, que, como sabe, contribuye a ahorrar energía.

Si el sistema de calefacción usa electricidad, se debe utilizar un termostato combinado de dos etapas. Como usted sabe, pone en funcionamiento la mitad de los elementos de resistencia cuando se necesita calor. No hace que funcione la otra mitad, a menos que se requieran para alcanzar la temperatura deseada.

Todavía mejor sería usar un termostato de retroceso, o de reloj. Los termostatos de este tipo pueden usarse —y probablemente debieran usarse— en todos los sistemas combinados. A lo largo del día y de manera automática cambian su ajuste en horas prefijadas. Por ejemplo: si todos los miembros de la familia trabajan, puede fijarse el termostato en 20 °C (68 °F) para el periodo comprendido entre las 5:00 p.m. y las 8:00 a.m., y en 18 °C (unos 64 °F) para el resto del día, o sea, de las 8:00 a.m. a las 5:00 p.m., cuando no hay nadie en la casa. De esta manera, se reduce la cantidad de combustible necesaria para calentar la casa. Usando un termostato de retroceso es posible ahorrar entre siete y ocho por ciento del combustible que se consumiría en caso de no usarlo. No cabe duda de que los termostatos de retroceso ahorran energía y dinero.

Ahora haremos un repaso de lo que usted puede hacer para mejorar la eficiencia en el uso de la energía por los diversos sistemas de calefacción.

Sistemas de calefacción que queman petróleo. Para determinar la eficiencia de un calefactor de petróleo, es necesario conocer el porcentaje de anhídrido carbónico en los gases del conducto del humo y la temperatura de estos mismos gases. En una lección anterior, vimos cómo ajustar un quemador de petróleo para obtener la máxima eficiencia. Usted ya conoce esos procedimientos. Vamos a repasarlos brevemente.

- Limpie el calefactor
- Ajuste la presión del petróleo
- Ajuste la temperatura de la chimenea
- Ajuste el nivel del anhídrido carbónico
- Ajuste el nivel del humo
- Ajuste el quemador

Cuando la temperatura de la chimenea sea muy alta, acuérdese de revisar la tobera del quemador, el intercambiador de calor y el conducto del humo. Podría suceder que la tobera fuera muy grande o que el intercambiador y el conducto estuvieran cubiertos de hollín.

Cuando el nivel del anhídrido carbónico sea muy bajo, hágale un servicio completo al calefactor. Limpie todas sus partes, en especial el quemador. Asimismo, cerciórese de que los electrodos del conjunto del encendido no hayan cambiado de posición.

Cuando el nivel del anhídrido carbónico sea bajo y la lectura del humo también sea baja, tal vez necesite ajustar la cantidad de aire que llega al quemador para reducirla. Además, es posible que la cámara de calentamiento tenga una fuga.

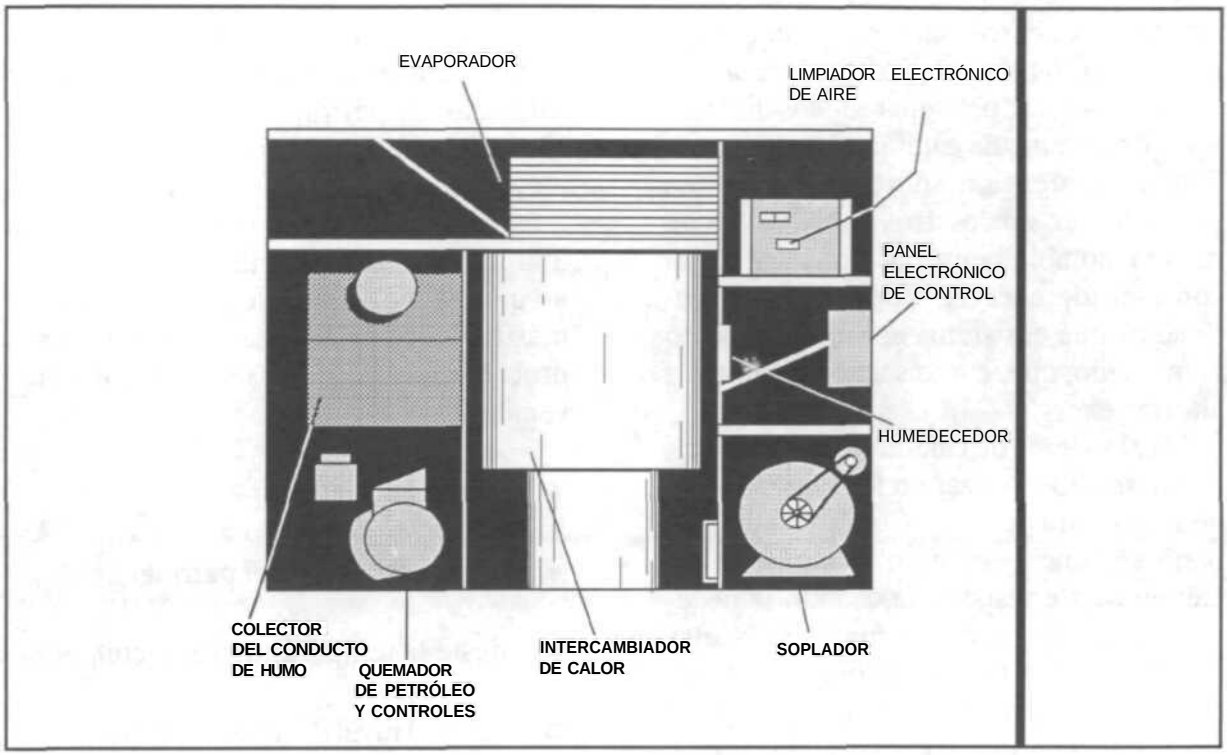


Fig. 62-2. Acondicionador combinado de aire central que usa un quemador de petróleo para producir el calor.

Sistemas de calefacción que queman gas. Como usted sabe, para determinar la eficiencia de los sistemas de gas y de petróleo, se usa el mismo equipo y se hacen las mismas pruebas. También se hacen varias de las mismas cosas para mejorar su eficiencia.

- Limpiar la estufa
- Ajustar la temperatura de la chimenea
- Limpiar el quemador
- Limpiar el piloto
- Limpiar el encendido electrónico, si lo usa

En los acondicionadores de aire combinados que queman gas, los que desperdician más combustible son el piloto del quemador y el quemador principal. Es posible que le piloto desperdicie mucho más combustible si se presenta cualquiera de estos problemas:

- Baja presión del gas
- Excesivo tiro hacia arriba de la chimenea o del conducto del humo
- Orificio del piloto obstruido parcialmente
- Filtro obstruido

Hay otras dos maneras de ahorrar combustible en el piloto. Una es reemplazar el piloto que arde constantemente con un sistema de encendido por chispa o por un serpentín de descarga. Los dos encienden el piloto cuando se necesita calor. Luego, el piloto enciende el quemador. Mientras no es necesario, el piloto no arde. La otra manera de ahorrar combusti-

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término quefalta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Un sistema combinado consiste en un sistema de calefacción y otro de enfriamiento que están juntos en una misma_____.
2. La eficiencia de un sistema de refrigeración es la capacidad de enfriamiento, expresada en_____, dividida entre la energía eléctrica consumida, expresada en watts.
3. En los acondicionadores de aire del tipo_____se usan elementos de resistencia para calentar.
4. Si el sistema de calefacción usa_____para calentar, se debe utilizar un termostato combinado de dos etapas.
5. Para determinar la eficiencia de un calefactor de petróleo es necesario conocer el % de _____en los gases del conducto del humo.

Respuestas

1. caja. 2. BTU por hora. 3. ventana. 4. electricidad. 5. anhídrido carbónico.

ble en el piloto es reemplazar el piloto con un sistema de encendido directo por chispa. Este sistema evita completamente la luz del piloto y enciende directamente el quemador principal. Ahorra de tres a cuatro por ciento del combustible que su usaría de otra manera.

La otra gran causa de desperdicio de combustible, en los calefactores de gas, es que la flama del quemador no sea la apropiada. En una lección anterior vimos algunos ejemplos de estas flamas inapropiadas. Tenga siempre presente que la única flama apropiada para un quemador de gas es la flama azul y muy definida, en la que tanto el núcleo interior como la envoltura exterior son puntiagudos y tienen lados rectos.

Una última manera de ahorrar energía en los acondicionadores combinados que queman gas es instalarles un amortiguador de desfogue automático. Ahorra energía porque evita que el calor se escape por la chimenea durante el periodo muerto del ciclo. También en una lección anterior tratamos sobre este sistema. Es obvio que también ahorra energía en los sistemas de calefacción que queman petróleo.

Sistemas de calefacción por resistencia. Como usted ya sabe, la electricidad no es propiamente un combustible. Lo que ocurre en una calefactor eléctrico no es la combustión, sino la transformación de una forma de energía en otra: la electricidad se convierte en calor.

Sabe también que, para mejorar el consumo de energía que hace un calefactor eléctrico, es necesario que pruebe cada parte para asegurarse de que esté trabajando en la forma debida. A continuación, se presenta una lista de las partes que debe probar, mediante los procedimientos que ya conoce.

1. Rejilla de descarga del aire del condensador
2. Ventilador del condensador
3. Evaporador
4. Vía del filtro
5. Amortiguador del aire de regreso
6. Amortiguador del aire fresco
7. Pleno del aire fresco
8. Condensador
9. Motor del ventilador del condensador
10. Recogegotas
11. Rejilla del escape del aire
12. Compresor
13. Entrada del aire de la combustión
14. Mirilla de la combustión
15. Conexión del gas
16. Pleno de abastecimiento del aire
17. Descarga del gas de la combustión
18. Pleno del aire de regreso

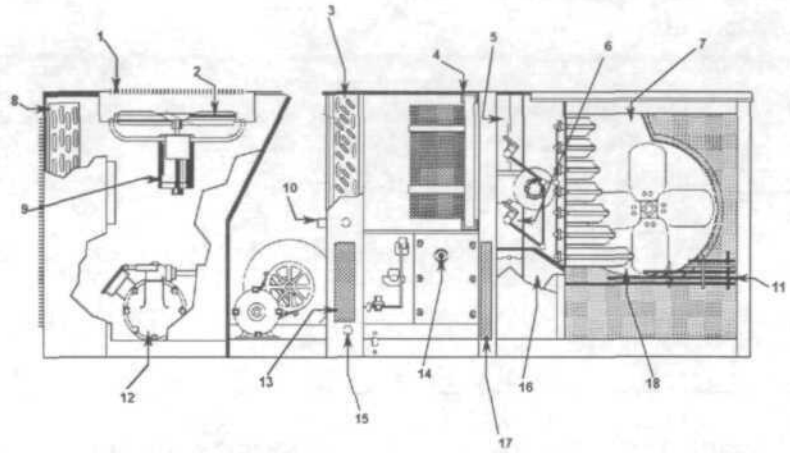


Fig. 62-3. Un acondicionador combinado de aire, de techo, que usa un quemador de gas para producir el calor.

- El circuito de control
- Los circuitos del elemento
- Los elementos de la resistencia
- El ventilador
- El filtro
- La rede de ductos
- La cámara de calentamiento

Cuando pruebe los circuitos de control y del elemento, hágalo con un ohmetro. Antes de probar los transformadores y los dispositivos de secuencia, consulte el diagrama esquemático que viene con el sistema combinado. Limpie las rejillas, ductos, aletas y elementos de la resistencia, usando para ello un cepillo normal suave o el cepillo suave de una aspiradora. Cerciórese de que las terminales del elemento estén limpias y fuertemente conectadas.

Claro está que cuando trabaje en un sistema combinado de ventana o de pared, no tendrá que probar ninguna red de ductos. Esto se aplica únicamente a los acondicionadores de aire centrales y a los acondicionadores de aire de techo o exteriores. Aunque es cierto que los aparatos de ventana no tienen una cámara de calentamiento propiamente dicha, puede suceder

que haya algún obstáculo para el flujo del aire por encima de los elementos de resistencia. Así que no se olvide de revisarlo.

Compresores quemados

Probablemente ya notó usted en esta lección, si no lo hizo antes, que los tipos básicos de sistemas de calefacción son muy numerosos pero que sólo hay dos tipos básicos de sistemas de refrigeración. Estos tipos básicos son el sistema de compresión y el sistema de absorción. Como técnico en Refrigeración y Aire Acondicionado, cuando trabaje en sistemas de refrigeración por lo general serán del tipo de compresión. Y cuando trabaje en sistemas combinados, normalmente serán de los que tienen compresores de tipo hermético.

En los compresores herméticos, el compresor y el motor están juntos y sellados dentro del mismo bastidor. Como usted sabe, el compresor es el corazón del sistema de refrigeración por compresión, y el problema más grave que puede ocurrir con un compresor es que se queme. Ya sabe en qué consiste esto, pues lo hemos tratado varias veces. Sin embargo, como es muy importante que comprenda porqué se queman los compresores, vamos a repasar el tema en esta última lección sobre la investigación, diagnóstico y reparación de fallas. Abajo, se presenta una lista de lo que el técnico en REAC debe saber y comprender acerca de este problema.

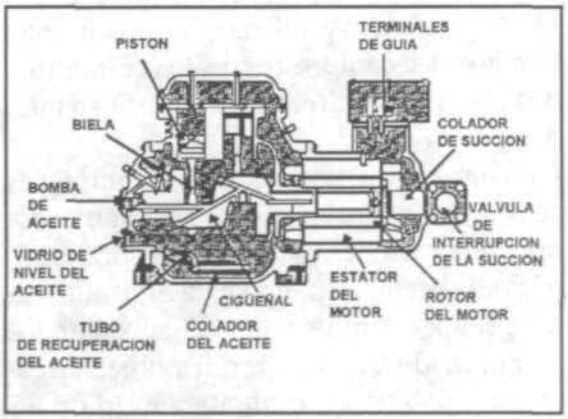


Fig. 62-4. Un compresor hermético es aquel en el que el compresor y su motor están juntos y sellados dentro del mismo bastidor.

- Las causas de que los compresores se quemen
- La manera de reemplazar un compresor con seguridad
- La manera de limpiar un sistema cuyo compresor se quemó

Naturalmente, el que un compresor se haya quemado no es la única razón de que sea necesario reemplazarlo. Así que, en la sección titulada "Cómo reemplazar un compresor sin peligro", trataremos sobre el cambio de un compresor que no trabaja, no porque se haya quemado, sino por otras causas. En sección titulada "Limpieza del compresor quemado", nos concentraremos en las indicaciones para cambiar el compresor quemado.

En esta lección, veremos el primero de estos temas: las causas de que el compresor se queme. Las principales causas, aunque no las únicas, son que el sistema tenga agua y aire. Vamos a estudiarlas todas.

En las unidades herméticas, el vapor refrigerante fluye dentro y alrededor del motor. Si el vapor contiene agua, ésta también circula dentro y alrededor del motor. El agua daña los embobinados del motor y hace que el motor se queme. Cuando sucede esto, la materia extraña fluye por todo el sistema y lo contamina.

También el aire contiene humedad, y cuanto más caliente está más humedad tiene. Como hemos visto, la humedad es muy perjudicial para un sistema de refrigeración. De hecho, el agua es, entre todas las substancias, la que más daño le causa.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Equipo acondicionador de aire en el cual los que desperdician más combustible son el piloto del quemador y el quemador principal._____
2. Equipo acondicionador de aire en el cual la energía eléctrica se convierte en calor._____
3. Instrumento empleado para probar los circuitos de control y el elemento de un equipo combinado con resistencia._____
4. Tipo de compresor en el cual el compresor y el motor están juntos y sellados dentro del mismo bastidor. _____
5. Elemento que enfría el motor de las unidades herméticas. _____

a- Ohmetro
b- Hermético
c- Acondicionador de aire combinado que quema gas
d. Refrigerante
e- Acondicionador de aire combinado de resistencia

Respuestas

1. c, 2. e, 3. a, 4. b 5. d.

Mezclada con refrigerantes de haluro, incluso una cantidad muy pequeña puede formar ácidos. Los ácidos dañan el metal porque provocan la corrosión. El motor tiene muchas piezas metálicas. Por ello, en los compresores herméticos el ácido puede hacer que el motor se queme.

El sedimento es otro de los causantes de que se queme el motor del compresor. Cuando el sistema tiene agua o materias extrañas, se puede formar un sedimento mediante la descomposición. Este puede ser duro o pegajoso, y en ambos estados es capaz de obstruir el dispositivo regulador del flujo y de tapar las válvulas. Esto impide que fluya el refrigerante lo cual, a su vez, puede ser causa de que se queme el motor del compresor.

La pérdida de refrigerante hace que el motor se queme porque, en los sistemas herméticos, es lo que mantiene fresco al motor. Si hay una pérdida de refrigerante, los embobinados del motor se calientan mucho, el aislante se funde, los embobinados hacen cortocircuito y el motor se quema.

Una alta presión delantera también es causante de que el motor se queme. La presión delantera es la del lado condensador del sistema. Cuando está alta, aumenta la carga del motor, lo cual hace que los embobinados se calienten. También en este caso, debido al recalentamiento de los embobinados, el aislante se funde y los embobinados hacen cortocircuito. Entonces, el motor se quema.

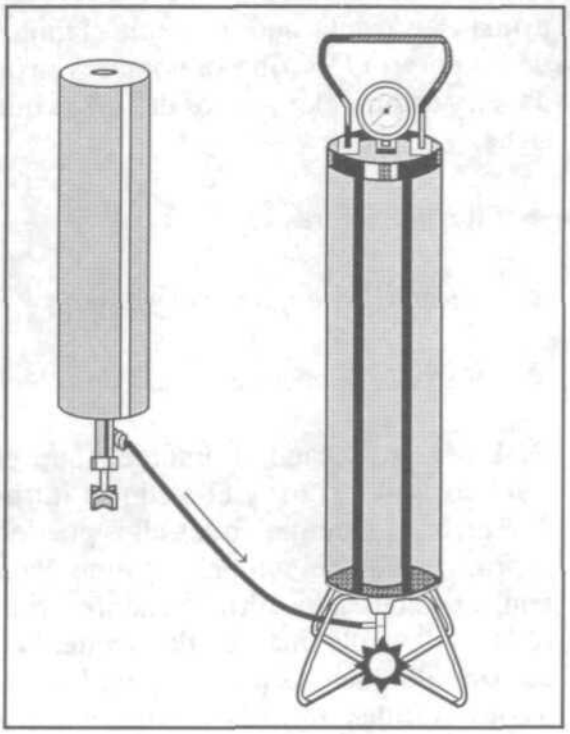


Fig. 62-5. El método líquido de cargar no pone en peligro al compresor.

Una mala técnica de servicio puede ser causa de que el motor se queme. Para evacuar y cargar un sistema de refrigeración, lo mejor es usar el método del lado de baja. En la lección correspondiente, tratamos acerca de él. Si se usa el método del lado de alta, se corre el riesgo de que el refrigerante líquido se introduzca en el compresor. La presencia de vapor en el motor y a su alrededor no lo perjudica, siempre y cuando no contenga humedad. Sin embargo, el refrigerante líquido puede arruinar las válvulas del compresor y ser causa de que el motor se queme. La Figura 62-5 muestra la manera de cargar el sistema usando el método del lado de baja, conocido también como el método líquido.

Cuando use este método, usará una válvula especial receptora de servicio. Se le llama válvula receptora de servicio para líquidos en dos sentidos. Tiene cuatro aberturas. Una es para la línea del líquido. Otra es para el depósito. Otra es una conexión de servicio. Y la cuarta es para la tapa de la válvula de vastago.

El refrigerante líquido también puede introducirse en el motor del compresor por medio de lo que se conoce como "migración del refrigerante". El gas refrigerante tiende a emigrar hacia el aceite que hay en el cárter, donde se condensa y vuelve al estado líquido. Al iniciarse el ciclo de actividad, el refrigerante líquido origina una espuma en el cárter. La presencia del refrigerante hace que el aceite hierva y haga espuma. Entonces, el refrigerante se lleva el aceite consigo. No sólo el refrigerante líquido puede hacer que el compresor se queme pues cuando el compresor no tiene el suficiente aceite, el resultado también puede ser que se queme.

El aceite también puede salirse del compresor si la unidad es puesta de costado. Se puede dirigir hacia las líneas del refrigerante o introducirse en los cilindros. Las líneas del refrigerante no deben tener aceite, excepto la pequeña cantidad que circula junto con el refrigerante. Las paredes de los cilindros y los pistones necesitan algo de aceite, pero su exceso puede impedir que los pistones hagan su recorrido completo y lleguen hasta la parte superior de los cilindros. Esto se conoce como restricción del aceite. Impide que el compresor funcione debidamente. Si los cilindros tienen aceite, también puede ocurrir que el compresor se atore, lo cual, a su vez, puede determinar que el motor se queme.

Los devanados del motor pueden dañarse si usted derriba la unidad. El compresor está montado por muelles dentro de la unidad hermética. Si pone la unidad de lado, los devanados del motor podrían golpear el costado del domo. Eso quizá ocasionara daños en los devanados e hiciera que el motor se quemase.

Muchas veces, los motores de los compresores se queman debido al bajo voltaje.

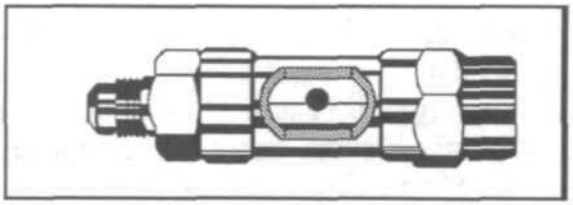


Fig. 62-6. El indicador de humedad y líquido consiste en un vidrio de nivel y un indicador de humedad.

Con un voltaje más bajo que lo normal, es posible obtener toda la potencia del motor, pero éste no durará tanto como debiera. Cuando un compresor tiene que realizar un trabajo muy pesado y le falta la potencia necesaria, simplemente se quema.

Para resumir, a continuación enumeramos las causas de que los compresores se quemen.

- El sistema tiene agua
- El sistema tiene aire
- Hay materias extrañas en el sistema
- Existe una pérdida de refrigerante
- La presión delantera es alta
- Hay refrigerante líquido en el motor del compresor
- Hay demasiado aceite en los cilindros del compresor
- Los devanados del motor están dañados
- El voltaje es bajo

Antes de seguir adelante y ver la siguiente sección, vamos a hacer una prueba informal. ¿Puede usted nombrar los accesorios del sistema de refrigeración que ayudan a prevenir que se queme el motor del compresor? Escriba los nombres en un papel, y compárelos con los de la lista que sigue,

- Filtro-secadores
- Indicadores de humedad y líquido
- Calentador del cárter

Los filtro-secadores impiden que el agua, los sedimentos y el ácido se introduzcan en el sistema. Todos ellos pueden ser causa de que el motor se queme. Para realizar su tarea, los filtro-secadores usan cedazos de malla fina y un desecante. Los cedazos eliminan las materias sólidas, como la basurilla y los pedacitos de metal. El desecante es un material especial que elimina la humedad sin cambiar la mezcla del refrigerante ni él mismo.

Los indicadores de humedad y líquido permiten ver si el refrigerante contiene humedad. Se puede, por tanto, hacer lo que proceda antes de que cause ningún problema. El indicador de humedad y líquido se instala en la línea del líquido. Si al mirar a través del vidrio de nivel del indicador se ven burbujas en el líquido, es posible que el sistema tenga fallas.

El indicador de humedad es un dispositivo de medición que indica la cantidad de humedad que tiene el refrigerante. Así puede uno asegurarse de que no haya agua suficiente como para causar daños.

Los calentadores del cárter protegen el motor del compresor contra la migración del refrigerante.

Medidas de seguridad

En la siguiente sección, veremos cómo se quita un compresor viejo y se instala uno nuevo. Y en la sección que le sigue, haremos un repaso de los procedimientos para

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V si considera verdadera la afirmación, o la letra F si la considera falsa.

1. Un motor de compresor se puede quemar por una alta presión delantera.	F	V
2. La entrada de refrigerante en forma de gas en el compresor puede hacer que éste se queme.	F	V
3. Los filtro-secadores impiden que el agua, los sedimentos y el ácido se introduzcan en el sistema.	F	V
4. Los calentadores del cárter protegen al motor del compresor contra la migración del refrigerante.	F	V
5. Antes de tocar con las manos o con herramientas las terminales del compresor, es necesario que éste esté descargado de gas.		
	F	**V**

Respuestas

1. V. 2. F (La entrada de refrigerante líquido). 3. V. 4. V. 5. (Desconectado de la corriente eléctrica).

desmontar un compresor cuyo motor se ha quemado. El desmontar cualquier compresor es peligroso, pero si está quemado puede ser más peligroso. Antes de estudiar estas dos secciones, veamos las medidas de seguridad que debe uno tomar.

REGLA 1. Use siempre anteojos de seguridad, guantes de hule y una camisa de manga larga. El refrigerante siempre es irritante para los ojos y la piel. El de un sistema quemado es todavía más irritante. Al quemarse el compresor, los subproductos hacen que el refrigerante se vuelva ácido. El aceite de un compresor que se ha quemado es ácido. ¡Puede causarle graves quemaduras en los ojos y la piel!

REGLA 2. Acuérdese de limpiar el aceite que se derrame del compresor. Ese aceite podría hacer que se resbalara y se lastimara. Si resbala en un piso en el que hay aceite procedente de un compresor quemado, se quemará, por no hablar de los golpes que le produzca la caída.

REGLA 3. Siempre que cargue y descargue el refrigerante, use sus anteojos de seguridad.

REGLA 4. Antes de tocar con sus manos o con herramientas metálicas las terminales del compresor, cerciórese de que se haya desconectado la energía eléctrica.

Cómo reemplazar un compresor sin peligro

Hay muchos problemas por cuya causa los compresores dejan de trabajar. El que se queme es sólo uno de ellos. En esta sección, verá usted la manera de reemplazar cualquier compresor sin peligro. En la si-

guíente, nos concentraremos en el compresor que se ha quemado.

A continuación, se presenta una lista de las herramientas necesarias par reemplazar un compresor:

- Cortatubos o herramienta para apretar
- Llave combinada de boca y de cubo
- Dos toallas para taller
- Anteojos de seguridad
- Guantes de hule
- Papel de lija
- Soplete
- Martinete
- Aleación de soldadura de plata
- Fundente de soldadura de plata

Primero le explicaremos cómo se debe desmontar el compresor. Luego, explicaremos la manera de instalar el nuevo.

Desmontaje del compresor

Antes que nada, compruebe que el sistema de refrigeración esté desconectado de la fuente de energía eléctrica. Luego, póngase sus anteojos de seguridad e instale unos manómetros en el múltiple. En una lección anterior tratamos este tema. La Figura 62-7 muestra una instalación de manómetros.

Es posible que tenga que instalar una válvula perforadora. También conoce ya este procedimiento. Envuelva la válvula con una toalla, para que absorba cualquier aceite que escape. Ahora, lentamente, descargue el refrigerante. Asegúrese de que haya bastante ventilación. Antes de seguir adelante, deje que el sistema descargue todo el refrigerante.

Quítele al compresor todos los componentes eléctricos. Desconecte las líneas del refrigerante, por medio de uno de los métodos que se describen más abajo. Acuérdese de usar sus anteojos de seguridad.

MÉTODO UNO. Apriete las líneas con una herramienta para apretar. Luego, ponga un trapo alrededor de los tubos y dóblelos en ángulo por el punto donde los haya apretado, para que se separen. El doblez hace las veces de tapón en las líneas del refrigerante.

MÉTODO DOS. Pula la tubería en el sitio por el que la vaya a cortar. Córtela con el cortatubos y tapone las líneas inmediatamente.

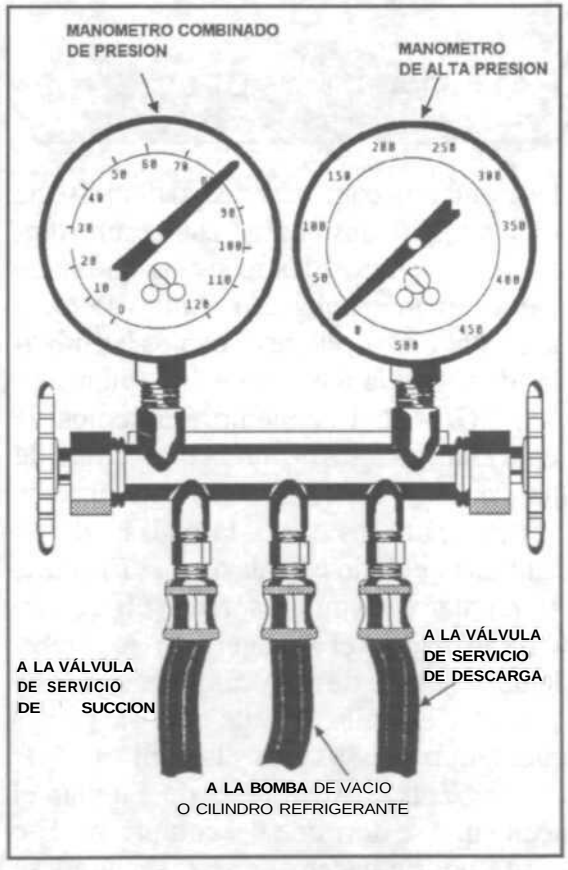


Fig. 62-7. Manómetros del múltiple

MÉTODO TRES. Limpie la tubería o las conexiones que la unen al compresor. Ponga fundente de soldadura en cada conexión, caliéntela y saque los tubos. Tapone las aberturas inmediatamente.

Ahora, quítele al compresor los pernos de retención y sáquelo del sistema.

Instalación del compresor nuevo

El compresor nuevo debe ser exactamente igual al que le quitó al sistema. Debe tener la misma capacidad y estar diseñado para la misma presión del lado de baja (baja, mediana o alta).

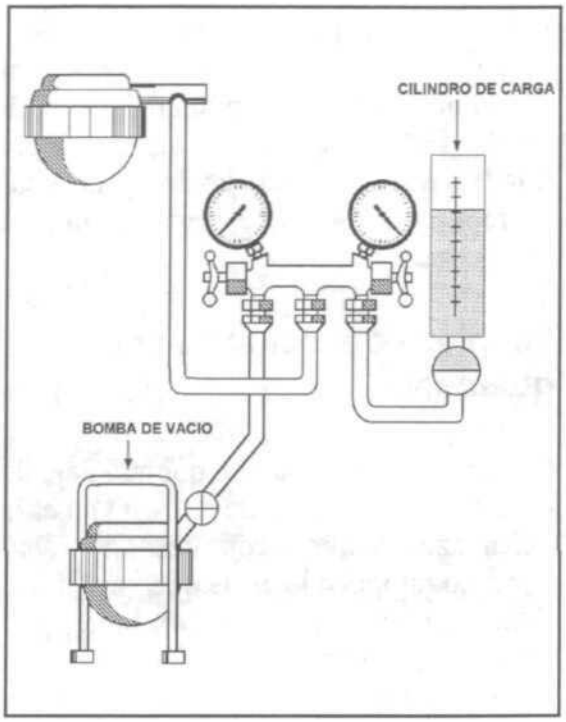
Primero limpie y pula unos cinco centímetros de los extremos cortados a las líneas de succión y descarga. Haga luego lo mismo con las conexiones de succión y descarga en el motor del compresor.

Conecte las líneas. Si es necesario para facilitar la conexión, use adaptadores de conexiones, tramos de tubería o un mandril de expansión. Una los tubos unos con otros. Encienda y ajuste el soplete. Con soldadura de plata y la menor cantidad posible de fundente suelde las conexiones.

Cuando suelde con plata, mantenga el calor alejado de todas las otras uniones que haya soldado con soldadura de plata. En caso contrario podrían calentarse, por lo que tal vez tuvieran una fuga o se desconectaran. Para proteger las uniones cercanas, puede usar un trapo mojado o un compuesto húmedo especial que absorbe el calor.

Corte la línea del líquido entre el condensador y el dispositivo dosificador y reemplace el filtro-secador. A continuación póngale al sistema vapor refrigerante, como a 25 psi, y pruébelo para ver si tiene fugas. Si encuentra alguna, repárela.

Conecte una bomba de vacío en el manómetro del múltiple y produzca un vacío tan alto como sea posible. Mantenga este vacío durante una hora por lo menos. Si prefiere, puede hacer una evacuación tri-



Fíg. 62-8. Produzca un vacío con una bomba de vacío.

pie. Recordará usted que esto se hace con el propósito de eliminar del sistema tanto aire y humedad como sea posible.

Para ayudar a la limpieza de las líneas del refrigerante, cargue el sistema con una pequeña cantidad de R-ll y después purgúelo. Según vimos en la lección correspondiente, el R-ll se usa a menudo para limpiar el sistema. A continuación, cargue las líneas con una pequeña cantidad del refrigerante usado en el sistema. Ajuste la presión de manera que sea igual que la presión atmosférica o un poco más alta.

Vuelva a conectar el sistema eléctrico, y cargue totalmente la unidad con refrigerante. La mejor manera de llenar con refrigerante un sistema consiste en sobrecargarlo ligeramente y después purgarlo un poco.

Cierre todas las válvulas del múltiple, y conecte el sistema. Póngalo en funcionamiento hasta que complete varios ciclos. En otras palabras, deje que el compresor trabaje y se detenga varias veces. Luego, vuelva a probar la carga y la presión del

refrigerante. En caso necesario, ajuste el sistema.

Ahora, quite los manómetros del múltiple y selle el sistema. Limpie el lugar donde haya estado trabajando y guarde sus herramientas. Su trabajo está terminado por ahora.

Limpieza del compresor quemado

Cuando un compresor se quema, deja de funcionar. Naturalmente que esta no es la única razón de que el compresor no trabaje, como tampoco lo es de que haya necesidad de reemplazarlo. No obstante, si al abrir el sistema para limpiarlo encuentra que el refrigerante tiene un olor fuerte y picante, casi seguramente será porque el compresor se quemó. El olor se debe a que todo el sistema se contamina con los subproductos que se producen cuando el motor se quema.

Claro está que lo primero que usted deberá hacer es quitar el compresor. Después, necesitará limpiar el sistema e instalar un compresor nuevo. Esta sección se diferencia de la anterior en que ahora usted se enfrenta a un motor quemado, que ha contaminado todo el sistema. Se necesita limpiarlo completamente.

Esta vez, cuando veamos el procedimiento para la extracción y la instalación del compresor, usaremos un método ligeramente distinto. Así podrá usted ver las diversas maneras de hacer el mismo trabajo.

Como de costumbre, primero junte sus herramientas. Como este procedimiento es algo distinto, la lista de herramientas también es distinta.

- Refrigerante
- Limpiador de tubos capilares
- Soplete
- Fundente de soldadura de plata
- Tela esmerilada
- Aleación de soldadura de plata
- Tubería de cobre
- Acampanadora y bloque
- Cortador de tubos
- Tuerca de campana
- Toallas para taller
- Anteojos de seguridad
- Guantes de hule
- Adaptadores para tubos de proceso
- Juego de manómetros
- Aceite refrigerante

Asegúrese de que el refrigerante sea del tipo indicado para el sistema. Para ello, consulte la placa de datos del sistema, o la del compresor. Asegúrese también de que el aceite refrigerante tenga la viscosidad debida. El diámetro externo de la tubería deberá ser de 1/4" y se necesitará una tuerca de campana de 1/4". Acuérdese de que durante todo el proceso debe usar sus guantes y sus anteojos de seguridad.

Tanto el refrigerante como el aceite está ácidos, por lo que pueden dañarle los ojos permanentemente y causarle serios daños en la piel. Ponga unas toallas alrededor de las conexiones de los manómetros, para evitar que el refrigerante se de-

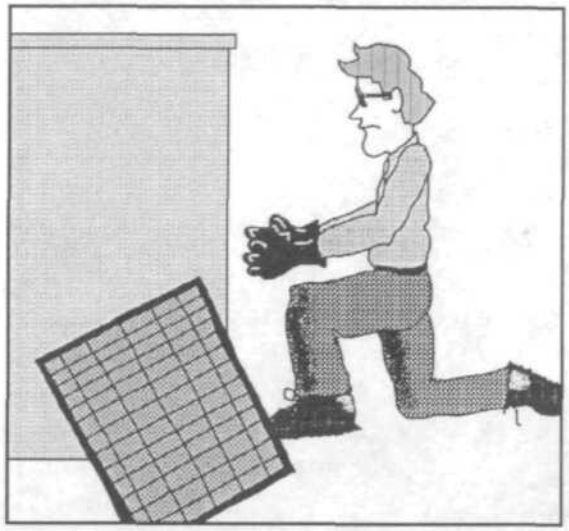


Fig. 62-9. Este técnico se encuentra protegido contra el enfriador y el aceite ácidos.

rrame y le caiga a usted o al piso. El ácido es muy corrosivo, así que sea cuidadoso. Abajo se explican los pasos necesarios para limpiar un sistema cuyo compresor se ha quemado.

Descargue el refrigerante y quite el compresor

Primero cerciórese de que el sistema de refrigeración haya sido desconectado de la fuente de energía eléctrica. Póngase sus guantes y sus anteojos de seguridad. Ahora, instale un manómetro en el múltiple. Si no hay válvulas de servicio, use una válvula perforadora o un adaptador de válvulas. No deje que el refrigerante o el aceite le caigan en los ojos o la piel. Descargue el refrigerante hacia el exterior. Ponga un colector de aceite en el extremo de la línea para que lo almacene. Quítele al compresor los pernos de retención, levántelo y sáquelo.

Limpie el dispositivo dosificador y quite el filtro-secador

Desconecte el dispositivo dosificador como le enseñamos en una lección anterior. Desconecte tanto la entrada como la salida del dispositivo. Si se trata de un tubo capilar, conéctelo con un limpiador de tubos capilares y limpíelo. También en una lección anterior le enseñamos cómo hacerlo. Si el sistema en el que está usa otro tipo de dispositivo dosificador, desármelo y limpíelo. Luego, quite el filtro-secador de la línea del líquido según le enseñamos en una lección anterior.

Limpie el condensador

Limpie el condensador con una descarga de refrigerante líquido. Acuérdese de usar el mismo tipo de refrigerante que tenía el sistema. Use sus anteojos de seguridad y sus guantes de hule. El refrigerante se volverá ácido en el condensador, porque estará limpiando los subproductos producidos al quemarse el compresor. No deje que el refrigerante líquido le caiga en la piel, porque lo quemaría. Para limpiar por descarga el condensador, ponga un adaptador para tubos de proceso en la línea de descarga.

Ahora acople el adaptador con el manómetro del lado de baja. Conecte la manguera del manómetro central con el cilindro de refrigerante. Abra la válvula del cilindro y voltéelo de cabeza. Con una toalla, tape la salida del condensador y abra la válvula del manómetro del lado de baja. El refrigerante líquido fluirá a través de la línea de descarga y del condensador, y saldrá por la línea del líquido. Saldrá por el lugar del que se quitaron el filtro-secador y el tubo capilar.

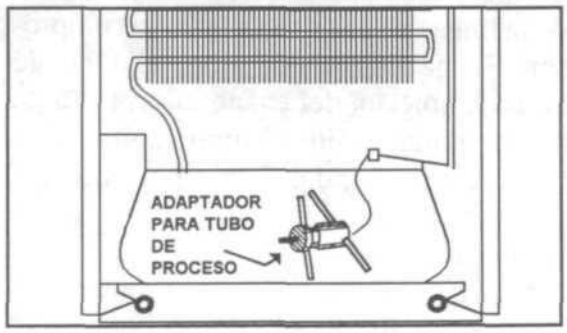


Fig. 62-10. Para limpiar por descarga el condensador, instale un adaptador para tubos de proceso como se muestra aquí.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Al desmontar un compresor, primero debe desconectar todos los componentes _____.
2. Las conexiones de las líneas de refrigerante al compresor se deben soldar con soldadura de_____.
3. Cuando un compresor está quemado, el_____tiene un olor fuerte y picante.
4. Al desconectar un compresor, se deben colocar_____alrededor de las conexiones para evitar que se derrame el refrigerante.
5. Para limpiar por descarga un_____se emplea refrigerante líquido.

Respuestas

1. eléctricos. 2. plata. 3. refrigerante. 4. toallas. 5. condensador.

Asegúrese de que no haya nadie cerca del lugar por el que saldrá el refrigerante. Compruebe que la habitación esté bien ventilada. Una vez que haya terminado de limpiar el condensador, cierre la válvula del manómetro del lado de baja y quite el adaptador para tubos de proceso.

Limpie el evaporación

Ahora es necesario limpiar por descarga el evaporador, par alo cual debe usar refrigerante líquido. Ponga, pues, el adaptador para tubos de proceso en el extremo de la línea de succión contiguo al compresor. Ponga una toalla sobre el tubo de entrada abierto, del evaporador. De aquí fue de donde quitó el tubo capilar. Con refrigerante líquido, limpie por descarga el evaporador, tal y como lo hizo con el condensador. El refrigerante entrará por el tubo de proceso y saldrá por el otro lado del evaporador, en el lugar del que quitó el tubo capilar.

Limpie las líneas del refrigerante

¿Sabe usted una cosa? ¡Eso ya lo hizo! Lo hizo cuando limpió por descarga el evaporador y el condensador.

Vuelva a instalar el dispositivo dosificador ya limpio

Conecte la salida del dispositivo con la entrada del evaporador y luego suéldelo con plata en dicha entrada.

Instale el compresor nuevo

Primero cerciórese de que el compresor nuevo sea exactamente igual al que va a reemplazar. Limpie los extremos de las líneas de succión, de descarga y del aceite. Se deben limpiar como cinco centímetros de cada una. Limpie también las conexiones del compresor para las líneas de succión, de descarga y del aceite. Conecte las líneas. Suelde las conexiones con soldadura de plata y use la menor cantidad posible de fundente.

Instale un filtro-secador nuevo en la línea del líquido

Cuando instale el filtro-secador, su entrada debe quedar arriba. El dispositivo tiene una flecha que indica la dirección del flujo. Suelde los tubos del refrigerante con el filtro-secador.

Evacué y cargue el sistema

Evacué el sistema tres veces. En la sección correspondiente tratamos acerca de esto. Evácuelo y llénelo de refrigerante a O psi. Vacíelo. Vuelva a llenarlo a O psi. Vacíelo de nuevo. Luego llénelo hasta el máximo de su capacidad.

Ahora se encuentra usted listo para cargar el sistema con refrigerante. Como de costumbre, asegúrese de que sea el indicado. Y no se olvide de usar un cilindro de carga calibrado.

Además del método que le mostramos en esta sección, hay otras dos maneras de limpiar un sistema que se ha quemado. Uno consiste en limpiarlo por descarga con R-ll, usando CO2 y una segunda bomba para hacer circular el refrigerante. El otro consiste en instalar un filtro-secador de gran tamaño en la línea de succión.

Los pasos para el uso del método del R-ll son estos:

- Limpie el sistema por descarga con R-ll. Con anhídrido carbónico y una bomba, haga circular el R-ll por todo el sistema.
- Instale el nuevo motor del compresor.
- Compruebe que no haya fugas.
- Evacué el sistema entre 50 y 500 micrones.
- Instale un filtro-secador en la línea de succión.
- Compruebe que no haya fugas y vuelva a evacuar.
- Cargue el sistema.
- Conecte la energía eléctrica.
- Ponga el aparato en marcha y pruebe su funcionamiento.

Cuando use el método del R-ll, verifique con frecuencia la acidez del aceite. Si está descolorido o ácido, reemplace el filtro-secador. Reemplácelo cuantas veces sea necesario hasta que el aceite esté limpio.

Los pasos para usar el método del filtro-secador de gran tamaño en la línea de succión son estos:

- Instale el compresor nuevo.
- Instale en la línea de succión un filtro-secador de gran tamaño.
- Compruebe que no haya fugas.
- Evacué el sistema y póngalo en funcionamiento.

Cuando use este método, conviene que verifique la caída de la presión con frecuencia y que compruebe si el aceite está ácido. La Figura 62-11 muestra visualmente este método.

Fíjese en la Figura 62-11 "A" es el filtro-secador de gran tamaño. Probablemente usted no se lo imaginaba tan grande. "B" es el manómetro del múltiple y "C" el motor del compresor hermético.

Mientras las pruebas no indiquen que el aceite está limpio y que ya no tiene acidez, la unidad se debe dejar tal como se muestra en la Figura 62-11.

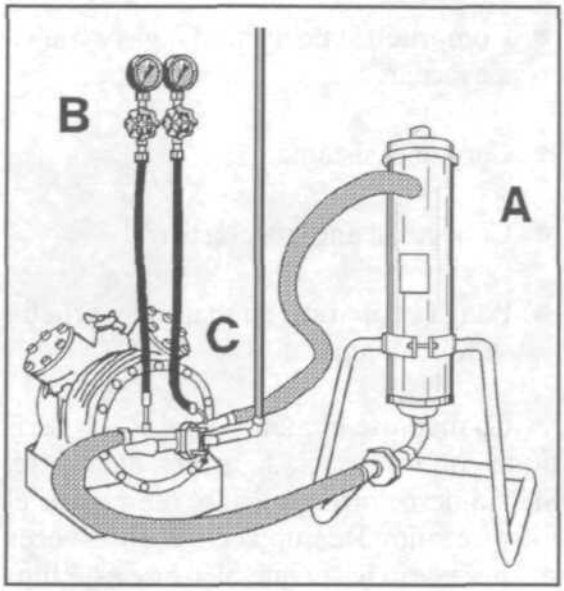


Fig. 62-11. Cuando un sistema se ha quemado, lo puede limpiar con el método de la línea de succión que se muestra aquí.

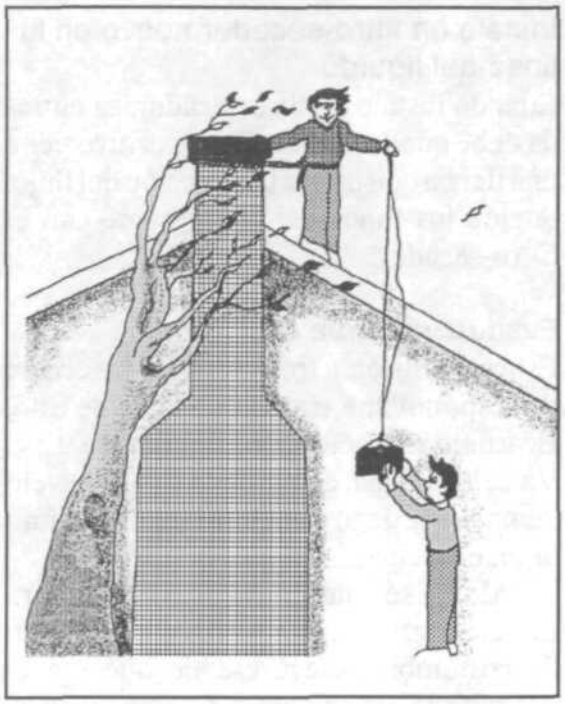


Fig. 62-12. Este técnico sabe cómo evitar los peligros que pueden presentarse al instalar un aparato de techo.

Hemos llegado al final de este repaso y de esta lección. Ahora, ya conoce usted los pasos básicos para limpiar un sistema cuyo compresor se ha quemado, así como los aspectos fundamentales de los sistemas combinados.

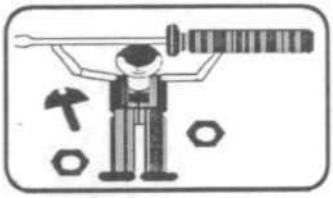
Resumen

Iniciamos esta lección pasando revista a los diferentes modos de mejorar el aprovechamiento de la energía, tanto en los sistemas de refrigeración como en los de calefacción. También vimos la importancia que tiene el empleo de un termostato combinado para aprovechar la energía en cualquier tipo de sistema combinado. Se destacó, además, que el termostato más eficiente en cualquier sistema combinado era el termostato de retroceso o de reloj.

Dada la trascendencia del compresor para el sistema de refrigeración, se le dedicaron las secciones restantes de la lección. Se vieron primero las causas por las que los compresores se queman. Como usted sabe, la causa más frecuente es la presencia de agua y aire en el sistema. Sin embargo, existen otras razones; por ejemplo, el bajo voltaje y la presencia de refrigerante líquido, entre otras muchas.

El que se hayan quemado no es la única razón de que los compresores no trabajen. Por ello repasamos la manera de reemplazar un compresor sin peligro. Cuando se quema el motor de un compresor, contamina todo el sistema. La consecuencia es que no sólo hay que reemplazar el compresor, sino que además es necesario limpiar todo el sistema. Con este motivo, pasamos revista al modo de hacer una limpieza completa en estos casos.

Después de estudiar esta lección, ya se ha convertido usted en todo un experto de los sistemas combinados. ¡Felicidades!



Tareas prácticas

Identificación de un sistema combinado

Materiales que usted necesitará:

- un compresor quemado
- papel y lápiz

Información previa

Aparte de las causas normales de la quema del motor de un compresor —fallo eléctrico, agarrotamiento mecánico del mismo— existe una causa propia de los compresores herméticos de tipo convencional en que el motor se halla incorporado al circuito frigorífico.

Aunque esta causa es a menudo difícil de establecer, normalmente puede ser el resultado de una acidez producida por la presencia de humedad en el sistema. Todo material conductor de electricidad afecta la conductibilidad, de por sí muy baja, de la mezcla de aceite y refrigerante, tanto en la fase de vapor como en la de líquido. Hay una cierta cantidad de flexión, producida por los cambios de temperatura, en las bobinas del motor. Esto produce en ocasiones un punto de desgaste en el aislamiento y, si la conductibilidad del aislante está por encima de la normal, se desarrolla un cortocircuito que acaba quemando el motor.

Lo que deberá hacer

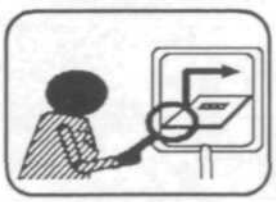
- Identificará las características de un compresor hermético quemado.

Procedimiento

1. Localice un taller de servicio de refrigerante y aire acondicionado.
2. Pida hablar con el técnico encargado y solicite su permiso para presenciar el desmonte de un compresor quemado.
3. Al desmontarse el compresor, observe cómo se recoge el refrigerante.
4. Verifique el olor del refrigerante.
5. Observe el montaje del nuevo compresor.
6. Observe el método y manera de limpiar el sistema.
7. Verifique cómo se hace la recarga del sistema.

Conclusiones

Ahora ya conoce todo lo necesario para poder ejercer convenientemente como técnico de servicio en Refrigeración y Aire Acondicionado. Sus conocimientos son sólidos y con las Tareas Prácticas ya ha obtenido alguna experiencia. Lo demás corre de su cuenta. Así es que... ¡Buena suerte!



...y **después, ¿qué sigue?**

¿Para qué sirven las plantas industriales de aire acondicionado? ¿Qué ventajas tiene el mantenimiento preventivo? ¿Por qué se fomentan los programas de mantenimiento preventivo? ¿Qué conocimientos y habilidades necesita un técnico de REAC para colocarse al servicio de un sistema comercial? ¿Qué valor tienen las relaciones con los clientes en un negocio de REAC? ¿Qué componentes integran un buen programa de mantenimiento preventivo? ¿Qué debe contener un buen registro? ¿Qué ocurre cuando la unidad no enfría como debiera? ¿Qué problemas causa un filtro de aire tapado en un acondicionador de aire de pared?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* **Escoja una sola respuesta para cada pregunta.** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio y envíelo a la escuela.*

1. En la normatividad comercial norteamericana, el término REE significa
a. relación de eficiencia energética.
b. relación de eficiencia económica.
c. relación de economía estadounidense.
d. relación de energía económica.

2. Un termostato de retroceso puede lograr un ahorro de combustible de
a. 3-5%
b. 5-7%
c. 7-8%
d. 8-10%

3. Una manera de ahorrar energía en los acondicionadores combinados que queman gas es instalarles
a. un termostato automático.
b. una válvula de expansión automática,
c. un relevador automático.
d. un amortiguador de desfogue automático.

4. El agua daña los embobinados del motor y hace que el motor se
a. pegue.
b. queme.
c. divide.
d. desajuste.

Recorte aquí el talón de respuesta y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de lección **L462**

5. La presencia de refrigerante en el aceite hace que éste

a. pierda viscosidad.
b. se haga más viscoso.
c. hierva y haga espuma.
d. se congele.

6. Una herramienta necesaria para desmontar un compresor es

a. tarraja.
b. llave inglesa.
c. pinza de presión.
d. llave combinada de boca y de cubo.

7. Al instalar un compresor nuevo se debe hacer vacío en el sistema cuando menos

a. media hora.
b. una hora.
c. hora y media.
d. dos horas.

8. Para asegurarse de que el refrigerante de carga es el correcto se debe consultar

a. la placa de datos del sistema.
b. al proveedor del compresor.
c. al proveedor del refrigerante.
d. al dueño del equipo.

9. Para limpiar el evaporador se debe emplear

a. solvente líquido.
b. refrigerante líquido.
c. un cepillo.
d. hidrógeno líquido.

10. Para limpiar el sistema con refrigerante líquido se emplea

a. R-ll.
b. R-12.
c. R-22.
d. R-44.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

SISTEMAS DE Refrigeración YAIR ACONDICIONADO

CONTENIDO

Introducción....3

1. Las ventajas del mantenimiento preventivo....4
2. Mantenimiento preventivo en casas, edificios y comercios....9
3. Organización de programas de mantenimiento preventivo....14
4. Resumen....19
5. Tareas prácticas....21
6. Examen....23

Mantenimiento preventivo

(Primera parte)

L463 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Las ventajas del mantenimiento preventivo, 4
- Los programas de mantenimiento preventivo contribuyen a la seguridad, 5
- Los programas de mantenimiento preventivo ahorran dinero, 6

Mantenimiento preventivo en casas, edificios y comercios, 9
- Relaciones con los clientes, 11
- Los componentes de un programa de mantenimiento preventivo, 12
- Procedimientos generales, 13

Organización de programas de mantenimiento preventivo, 14
- Un programa de mantenimiento preventivo para cada casa, 14
- Un programa de mantenimiento preventivo para un negocio pequeño, 17
- Un programa de mantenimiento preventivo para sistemas comerciales, 18

Resumen, 19

Tareas prácticas:
Programa de mantenimiento preventivo, 21

Examen, 23

Introducción

El mantenimiento consiste en conservar en buen estado una propiedad o un equipo. El mantenimiento preventivo no es solamente lo que una persona hace para mantener en condiciones de operación una propiedad o un equipo, sino también lo que hace para evitar que ocurran problemas.

A lo largo de este curso hemos visto de qué manera funcionan los sistemas de refrigeración y aire acondicionado. Hemos dicho bastante sobre cómo se instalan y cómo se les da servicio, pero muy poco acerca del mantenimiento preventivo. Casi nada de lo que hacen la mayoría de los técnicos en refrigeración y aire acondicionado se puede considerar como mantenimiento. Casi todo lo que hacen es trabajo de instalación y servicio.

No obstante, en la industria de REAC hay algunos trabajos que sí son de mantenimiento. En los grandes edificios con sistemas completos de aire acondicionado, es frecuente que entre el personal de mantenimiento haya una o más personas cuya función sea la de mantener el sistema de aire acondicionado. Las plantas industriales de aire acondicionado necesitan un técnico asignado a ellas permanentemente. Las plantas industriales no son iguales a los sistemas comerciales. Por lo general, son aparatos de refrigeración operados manualmente y usados para los fines que enumeramos a continuación:

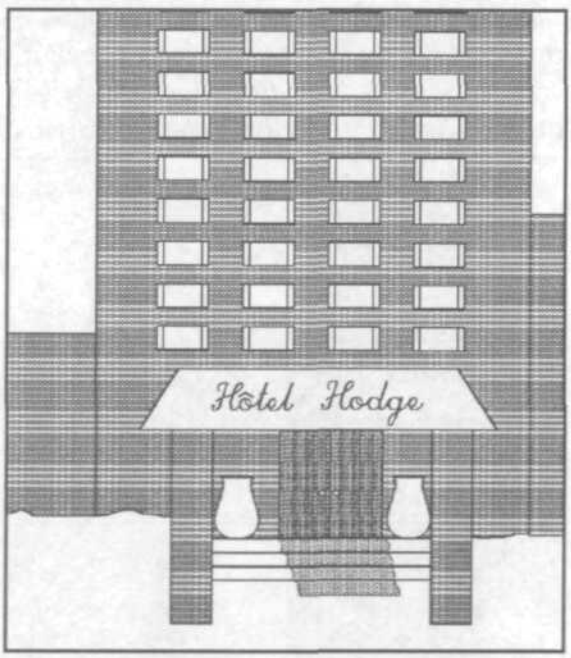


Fig. 63-1 Es posible que este edificio tan grande tenga entre su personal de mantenimiento una o más personas dedicadas a los sistemas de refrigeración y acondicionamiento de aire.

- Hacer hielo
- Hacer helados
- Procesar alimentos congelados
- Empacar alimentos
- Almacenar alimentos congelados

También existen aparatos comerciales para hacer hielos y para hacer helados. Sin embargo, son de menor tamaño que los destinados a usos industriales.

En esta lección, usted podrá conocer acerca de estos dos tipos de trabajo. Le daremos una idea general sobre lo que cada uno lleva aparejado, para el caso de que decida dedicarse a alguno de ellos después de su graduación.

Como técnico en refrigeración y aire acondicionado, participará en el mantenimiento preventivo también de otra manera. Para decirlo en unas pocas palabras, se trata de las relaciones con los clientes. Y, sobre todo, tiene que ver con "educar" o enseñar a su cliente. Este podría ser un dueño de casa, el propietario de un pequeño negocio o el propietario de un sistema comercial. Como técnico, estará en posición de hacer una importante contribución al mantenimiento preventivo, así co-

mo de mejorar sus relaciones con los clientes. Para ello, lo único que necesita es ayudar a sus clientes a que aprendan cómo operar y cuidar los sistemas de REAC que instale, ya sea en sus casas o en sus negocios.

De manera que una buena parte de lo que trataremos aquí tendrá mucho que ver con las relaciones con los clientes. El cliente se puede encargar de una parte del mantenimiento preventivo siempre y cuando tenga la capacidad y la disposición para hacer las tareas del caso. Por ejemplo, la mayoría de la gente es capaz de cambiar los filtros de aire. El servicio normal que lleva a cabo el técnico en refrigeración y aire acondicionado es una especie de mantenimiento preventivo; pero él no está presente cada vez que se tiene que cambiar el filtro. Ni está presente para ver o escuchar los signos que avisan de futuros problemas.

No obstante, el técnico puede enseñarle al cliente algunos de los procedimientos sencillos que se pueden poner en práctica para mantener el sistema funcionando sin contratiempos. Asimismo, le puede enseñar algunos de los métodos más fáciles para revisar y reparar su sistema. De este modo, es posible que el cliente pueda solucionar algunas dificultades. Además, estará mejor capacitado para determinar cuándo conviene llamar al técnico.

Hay varias medidas preventivas que sólo el técnico en REAC debe tomar. Por ejemplo, revisar la cámara de combustión de un equipo que cuente con calefacción para ver si tiene fugas es algo que debe ser hecho únicamente por un técnico. La mayoría de los clientes no pueden ni deben hacerlo. Hay veces en que puede ser un procedimiento peligroso, por lo que sólo se le debe confiar a una persona conocedora y experta en sistemas de refrigeración y aire acondicionado. Usted lo será una vez que haya completado este curso.

Las ventajas del mantenimiento preventivo

Tal vez usted se pregunte si vale la pena preocuparse por hacer mantenimiento preventivo. ¿Por qué no limitarse a dar a los sistemas su servicio regular, y luego solucionar los problemas conforme se vayan presentando? Puede ser que sus clientes se hagan la misma preguntas, así que lo mejor es que se prepare para poder contestarlas.

En primer lugar, el servicio normal que proporciona un técnico en refrigeración y aire acondicionado es una especie de mantenimiento preventivo. Cuando una estufa de gas no se limpia con regularidad, su eficiencia se reduce considerablemente. Con el tiempo, comenzará a fallar. Por ejemplo, es posible que el tubo de la flama del piloto se ensucie tanto que el quemador estalle al encenderse.

De manera que cuando el técnico va a la casa o al negocio de un cliente para hacer el servicio regular, lo que hace es una especie de mantenimiento preventivo. Cuando los técnicos de las industrias y de los grandes edificios hacen el servicio

Fig. 63-2. Una visita de servicio es una especie de mantenimiento.

regular, están llevando a cabo también una especie de mantenimiento preventivo. La diferencia es que estos dos tipos de técnicos son como los dueños de casa. Están normalmente metidos en sus sistemas de REAC. El dueño de casa vive con un sistema de refrigeración y aire acondicionado. El técnico de un edificio o de una fábrica trabaja todos los días en el mismo sistema. El servicio regular que prestan es mantenimiento preventivo.

Sin embargo, si usted llega a trabajar como técnico en un edificio o una fábrica, no se limitará simplemente al servicio regular. Le dará mantenimiento diario al sistema. Todos los días desempeñará tareas cuyo objetivo es prevenir los problemas. Estará atento a las señales de problemas, de manera que pueda arreglarlos antes de que se dañe el sistema.

Como técnico en REAC para comercios, negocios o casas, informará a los clientes que tengan interés por saberlo acerca de los procedimientos de mantenimiento preventivo que ellos mismos puedan poner en práctica. Les dirá cuáles son las señales de peligro a las que deben estar atentos. Si les interesa, puede ayudarlos a hacer los planes para un programa de mantenimiento preventivo. Pero antes, es necesario que sepa cómo explicarles las ventajas de tales programas.

Los programas de mantenimiento preventivo contribuyen a la seguridad

Esto es cierto sea cual fuere el tipo y tamaño del sistema, o en su complejidad. Hay sistemas industriales que usan amoníaco como refrigerante. Y ya sabe usted que es una sustancia muy peligrosa. Parte del programa de mantenimiento diseñado para uno de esos sistemas sería hacer pruebas regularmente para ver si hay fugas. Si hay fugas de amoníaco, lo mejor es detectarlas cuando todavía son muy pequeñas. De esta manera, cualquier fuga resulta menos peligrosa, y la tarea de repararla se hace más fácil.

En el caso de un edificio de gran tamaño, de muchas oficinas, uno de los procedimientos del programa de mantenimiento preventivo podría consistir en revisar las principales conexiones del tendido eléctrico en forma regular, tal vez una vez a la semana. El aislante que estuviera gastado sería reemplazado, las conexiones flojas serían apretadas. De esta manera se evitaría que hubiera cortocircuitos, que los fusibles se fundieran y que los interruptores de circuito se dispararan. Hasta podría evitarse un incendio. Esta revisión serviría también para evitar que el sistema de aire acondicionado dejara de funcionar por largo tiempo en pleno verano.

Si esto sucediera en un edificio grande de oficinas, ni las personas que trabajaran en él ni los dueños de los negocios estarían contentos. Si la gente siguiera trabajando en esas circunstancias, puede darse por seguro que su trabajo no tendría la calidad acostumbrada. Y si los empleados se fueran a sus casas, no se podría hacer ningún trabajo. En cualquier caso, los negocios se resentirían.

Si uno de los negocios fuera una compañía de seguros, las pérdidas podrían variar desde un perjuicio muy serio para alguno de sus clientes hasta la disminución de las utilidades de la propia compañía. Si en un gran hotel se descompusiera el sistema de aire acondicionado, habría que enfrentarse a un nutrido grupo de airados clientes. Los huéspedes comenzarían a empacar sus maletas y a hacer reservaciones en otros hoteles.

Un buen técnico en refrigeración y aire acondicionado puede prevenir el tipo de situaciones que hemos descrito. Es evidente que a un técnico experto y concienzudo, como el que usted trata de ser, se lo disputarían todos en la industria.

Fig. 63-3. Un buen técnico en REAC puede evitar esto mediante un mantenimiento regular.

Si usted decide dar servicio a casas particulares, pequeños negocios o cadenas comerciales, le convendría organizar su propio programa de mantenimiento preventivo para sus clientes, mediante visitas regulares de servicio. Aunque, en realidad, tales visitas no constituyen un mantenimiento preventivo. Porque el técnico no está ahí, de manera que pueda escuchar o ver los síntomas de posibles problemas. Es posible que tampoco esté ahí para cambiar el filtro con la frecuencia que debe hacerse.

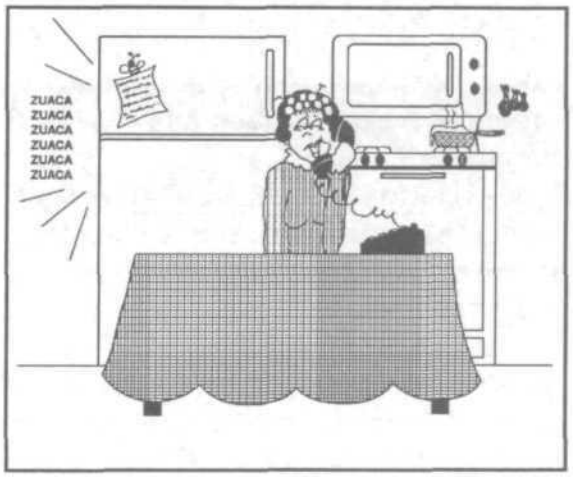
No obstante, si los clientes tienen interés en ello, les puede enseñar cómo establecer su propio programa de mantenimiento preventivo. Estos programas promueven la seguridad de varias maneras. Un ejemplo es el de los filtros electrónicos. No cabe duda de que su cliente podría cambiar el filtro adhesivo con regularidad. Sin embargo, cuando parpadee la luz de servicio del filtro electrónico, se debe llamar al técnico. Como parte del programa de mantenimiento preventivo, se debe advertir al cliente que no intente darle servicio a los filtros electrónicos. Los procedimientos del caso requieren de un experto.

Los programas de mantenimiento preventivo ahorran dinero

Con un programa de mantenimiento preventivo se ahorra dinero de inmediato y a largo plazo. Si el cliente es el dueño de una casa o el propietario de un negocio, ahorra dinero de inmediato porque gracias al programa puede llamar al técnico sólo cuando es realmente necesario.

Un buen programa de mantenimiento le informa al cliente cuáles son las señales de dificultades de las que debe estar al pendiente. Le dice qué deberá hacer en caso de que aparecieran esas señales. En algunos casos, el cliente puede encargarse de solucionar el problema, pero en otros es necesario que llame al técnico. En el primer caso, el cliente se ahorra el costo de una visita de servicio; en el segundo, paga por la visita. Sin embargo, se ahorra el costo del daño que podría haber experimentado el sistema, si no se hubiera dado cuenta del problema.

Digamos, por ejemplo, que el cliente escucha una vibración en el refrigerador. Usted le ha dicho que cuando una vibración suena hueca lo más frecuente es que se deba simplemente a una pieza suelta. Es algo que puede esperar hasta su siguiente visita de servicio. Sin embargo, una vibración que no suena hueca tal vez



Fíg. 63-4. La cliente ha notado una señal de problemas y está llamando al técnico.

se deba a que una línea del refrigerante esté suelta. Le ha dicho a su cliente que lo llame en caso de que escuche vibraciones de este tipo o sobre las cuales no esté muy seguro. Si la línea del refrigerante está suelta y vibrando, se trata de un problema serio. Puede desembocar en una fuga grande, lo que puede dar por resultado la pérdida total del refrigerante. Si ocurre esto, el refrigerador dejará de enfriar. Peor aún, en grandes cantidades el refrigerante, que es un halógeno, puede ser peligroso. En presencia de una flama o de un elemento calefactor eléctrico puede resultar dañino para los pulmones. Esto quiere decir que, en una cocina que tenga una estufa eléctrica o en la que alguien esté fumando, una fuga del refrigerante podría ser un riesgo para la seguridad.

Puede ocurrir que el cliente no pueda determinar si la vibración suena o no hueca, por lo que decide llamarlo. Usted descubre que, efectivamente, la línea del refrigerante está suelta y vibrando, pero que todavía no tiene una fuga. Sujeta firmemente la línea y la vibración cesa. En este caso, las buenas relaciones con el cliente y el programa de mantenimiento preventivo tal vez lograron:

- salvar un refrigerador lleno de alimentos.

- ahorrar una visita de servicio más costosa para reparar la fuga que podría haberse producido, así como para volver a cargar el sistema.

- prevenir un riesgo para la salud de una familia.

Los tres son resultados muy importantes. Ejemplifican las razones por las que fomentamos los programas de mantenimiento preventivo: seguridad y economía.

Las relaciones con los clientes son una parte muy importante de su negocio. Un buen técnico en refrigeración y aire acondicionado establece relaciones positivas y amistosas con sus clientes. Pero si usted todavía no se convence de la importancia que tienen esas relaciones, lo venimos diciéndole en estas lecciones, lea el relato que sigue. Fue escrito por Channing L. Dawson, Director de la revista HOME, y trata de Jorge, que ejemplifica la clase de técnico del que hemos venido hablando.

El toque en la puerta de atrás se escuchó como a las siete de la noche, justo a mediados de nuestra cotidiana 'hora del huracán'. En nuestra casa, ésa es la hora del encuentro entre la angustia oficinesca barnizada con locura de autopista y la demencia casera alimentada por el ruidoso expresionismo de niños en edad preescolar. A ella se debe la invención de la ginebra y de los ejercicios aeróbicos.

Jorge, el mecánico que repara nuestro refrigerador, estaba en el porche de atrás, observando el frenesí que reinaba en la cocina y esperando pacientemente que escucháramos su toque. En nuestro descargo puedo aducir que no sólo la cacofonía de la cocina, sino que, aparte de nuestro vecino de la casa de junto, Jorge es la única persona que cuando nos visita entra por la puerta de atrás.

Por fin lo dejamos entrar, disculpándonos por nuestra descortesía y del ruido. Cuando sorteó la andadera desinflada, alrededor del plato derramado de espinacas, y llegó hasta el descompuesto y tibio refrigerador, la turbulenta escena se detuvo total y abruptamente, volviéndose hipnóticamente tranquila.

Me volví hacia mi esposa. ¿Qué es este tipo, un sacerdote? ¿De dónde esta calma? ¿Podría venir todas las noches, como a esta hora? ¿Sabe cuidar niños? ¿Podría venir a vivir en nuestra casa? Era indudable que nos encontrábamos en presencia

Fig. 63-5. Jorge llega en el momento más agitado de la tarde.

de un ser iluminado.

O, según resultaron las cosas, un genio. El negocio de Jorge es Electrodomésticos Aladino, de Pasadena, California. Parece un astro del cine en ropa de mecánico, un alto y anguloso irlandés de 59 años como el del programa 'Papá lo sabe todo', tan amable como competente. Mi esposa, quien conoce a Jorge mejor que yo, me habló de él en términos muy elogiosos. Comprendí el porqué de inmediato.

En este punto, conviene aclarar que, de todos los que hacen reparaciones domésticas —una clase de profesionales a quienes pongo a la par con los médicos rurales que visitan a domicilio a sus pacientes— considero que los que se dedican a los aparatos eléctricos son los verdaderos brujos de la industria. Son los físicos del grupo, los ingenieros caseros, los magos del arreglo. Casi todo su trabajo tiene que ver con la electricidad (la cual siempre seguirá siendo un misterio para mí) y casi todo lo hacen bajo la mirada vigilante de airadas amas de casa. Y en cualquier caso, me parece que se requieren los poderes sobrenaturales de un gurú para dar el salto de los motores electromagnéticos de los viejos aparatos a la tecnología de microcircuitos usada en los actuales y al mismo tiempo seguir siendo capaces de explicar cómo el freón transforma el aire caliente en aire frío.

Mientras Jorge arrastraba el refrigerador para alejarlo de la pared, yo me preguntaba cómo había sucedido que alguien como él se dedicara a este trabajo en particular. Para ser honesto, el reparar refrigeradores parece una ambición extraña, no importa qué tan enamorado se esté de tales aparatos. Según descubrí, Jorge está de acuerdo conmigo.

Durante 22 de sus 59 años, Jorge, quien es ingeniero eléctrico, trabajó en una compañía que realizaba investigaciones para los Laboratorios Bell, a los que también proveía de algunos productos.

Su especialidad era el diseño de baterías solares para naves espaciales e instalaciones terrestres remotas. Había comenzado en 1955, antes del Sputnik, antes de la carrera espacial, antes de la toma de conciencia del potencial solar.

Pero Jorge fue una víctima de las luchas corporativas. Después de que la compañía cambiara de propietarios cinco veces y de comprender que su pensión había aumentado como unos cien dólares por años desde su ingreso a la empresa, la dejó en 1979 para establecer su propio negocio. 'Al igual que mi padre', dice, 'soy competente'.

Estudió refrigeración, obtuvo su licencia, abrió una tienda, se afilió al grupo local de especialistas en reparaciones de refrigeradores y aparatos electrodomésticos, e incluso fue su presidente durante algún tiempo. No esperaba hacerse rico, pero sí pensaba que le iría bien.

Y le va bien.

Así que no tiene nada de extraordinario el que me haya impresionado cuando Jorge llegó a nuestra casa, calmó a los

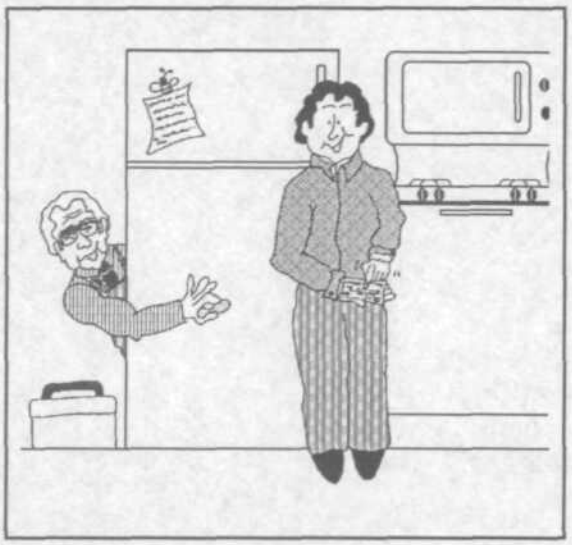


Fig. 63-6. ¡Muy pocas veces una reparación es así de sencilla!

niños sin decir una palabra, se hincó sobre sus rodilleras, desatornilló la placa trasera del refrigerador y, casi sin echar un vistazo en su interior, extrajo uno de esos pequeños 'cacahuates' de poliestireno utilizados para empacar y que se había alojado en el ventilador de enfriamiento. 'Creo que con esto quedará listo', declaró Jorge. Yo me apresuré a escribirle un cheque por $35.00.

Obviamente, este matrimonio tenía en gran aprecio al técnico de servicio. Y esto no era algo accidental. Jorge trabajó para merecerlo. Así que, como puede apreciarse, las buenas relaciones con los clientes son muy importantes. Y un buen programa de mantenimiento preventivo puede ser uno de los ingredientes principales de estas relaciones.

Un buen programa de mantenimiento preventivo significa que el sistema de refrigeración y aire acondicionado funcionará siempre como es debido. Y una unidad que funciona debidamente tiene menor costo de operación y rara vez necesita reparaciones.

Claro está que los dueños de grandes edificios saben cuánto dinero se ahorran mediante el mantenimiento preventivo. De no ser así, no emplearían a uno o más técnicos en refrigeración y aire acondicionado para dar mantenimiento diario a estos sistemas. Lo mismo sucede en el caso de la refrigeración industrial. El hecho mismo de que se emplee a alguien para cuidar de los sistemas demuestra la importancia del mantenimiento preventivo.

Comenzaremos nuestra exposición viendo los tres tipos de mantenimiento preventivo en los que tal vez usted se vea implicado como técnico de REAC que ofrece al cliente un programa de mantenimiento preventivo como parte de una política de buenas relaciones con los usuarios. En las próximas lecciones hablaremos de qué podría suponer su trabajo si lo contrataran como técnico en refrigeración y aire acondicionado de un gran edificio. Luego veremos cuáles son las funciones de un técnico en refrigeración industrial.

Mantenimiento preventivo en casas, edificios y comercios

Hasta ahora, usted ha tenido oportunidad de aprender bastante sobre sistemas de refrigeración y aire acondicionado para casas. Aprendió qué son, cómo trabajan y cómo instalarlos. Los sistemas para negocios pequeños ubicados en casas o edificios de dimensiones reducidas son muy similares.

A veces los sistemas pueden ser un poco mayores. No obstante, ésa es la diferencia principal, si no la única.

Los sistemas comerciales son bastante distintos de los sistemas para casas y negocios pequeños. En una lección anterior comenzamos a ver cómo se les da servicio a todos ellos. La refrigeración comercial, por ejemplo, abarca el servicio de los sistemas de refrigeración en tiendas de comestibles, farmacias, cantinas, restaurantes, almacenes y máquinas expendedoras.

Ejercicio de **Autoevaluación**

Encierre en un círculo la letra V si considera verdadera la afirmación o la letra F si la considera falsa.

1. Para desarrollar un buen programa de mantenimiento preventivo es conveniente que el técnico le enseñe al cliente algunos de los procedimientos sencillos que se pueden poner en práctica para mantener el sistema funcionando sin contratiempos.	F	V
2. En un sistema cuyo refrigerante es amoníaco, si existen fugas, lo mejor es detectarlas cuando sean mayores.	F	V
3. La razón más sencilla de la existencia de una vibración en el equipo es una línea suelta.	F	V
4. Un programa de mantenimiento preventivo no asegurará que el sistema funcione como es debido.	F	V
5. Es conveniente para el técnico en refrigeración y aire acondicionado llevar buenas relaciones con sus clientes.		
	F	**V**

Respuestas

1. V 2. F 3. V 4. F 5. V

También incluye máquinas como enfriadores de agua y hicieras pequeñas.

Cuando se trabaja como técnico de un sistema comercial, muchas veces el trabajo es más sucio y el sitio en que se hace más restringido que en las casas o los negocios pequeños. Además, los sistemas comerciales exigen gran habilidad. Para trabajar en ellos se necesitan los siguientes conocimientos y habilidades:

- Un conocimiento muy amplio de los aspectos fundamentales de la refrigeración.
- Un conocimiento muy amplio de la aplicación de estos aspectos fundamentales.
- Un conocimiento muy amplio de las aplicaciones de las temperaturas sobre y bajo cero.

Aunque existen grandes diferencias entre los sistemas para casas y negocios pequeños y los comerciales, hay muy pocas en lo que respecta a las relaciones con los clientes.

Relaciones con los clientes

Ya sea que usted trabaje por cuenta propia o para otra persona, las buenas relaciones con los clientes son esenciales para su éxito como técnico en refrigeración y aire acondicionado. La primera vez que trate con un cliente será en cualquiera de estas situaciones:

- Cuando asesore a un cliente potencial.
- Cuando instale un sistema.
- Cuando atienda una llamada de servicio regular.
- Cuando atienda una llamada para hacer una reparación.

Es posible que un cliente le llame a su negocio para pedirle un consejo o que le cotice un sistema de refrigeración y aire acondicionado. Si el negocio es de usted, o muy pequeño, es probable que las funciones de vendedor y del técnico sean desempeñadas por una sola persona: usted. Así que puede suceder que la primera vez que trate con un cliente sea cuando éste se encuentre a punto de decidir qué sistema comprar. O tal vez sea cuando el cliente esté listo para comprar.

Si trabaja para una compañía más grande, es posible que trate con el cliente por primera vez cuando instale el sistema. Habrá veces en que un cliente nuevo lo llame para solicitarle el servicio regular. Esto es algo que ocurre a menudo cuando una casa cambia de propietario. Es probable que el dueño anterior le haya recomendado al nuevo dueño por el excelente servicio que usted le proporcionara. O quizá algún otro de sus clientes lo recomendó, lo cual indica lo importante que son las relaciones con los clientes.

A menudo tratará con el cliente por primera vez en respuesta a su solicitud de que haga una reparación. En ocasiones, será una llamada de urgencia. En tal caso, es posible que el nuevo cliente esté preocupado. Usted deberá conservar la calma y tranquilizarlo. Al ama de casa le molesta mucho que el refrigerador deje de funcionar cuando está repleto de costosos alimentos.

Fig. 63-7. Esta cliente está muy preocupada de que se le vaya a descongelar todo lo que tiene en el congelador.

Independientemente de las circunstancias de su primera entrevista con un cliente, es aconsejable que le sugiera la posibilidad de organizar un programa de mantenimiento preventivo. Si el cliente lo llamó para pedirle su consejo, puede iniciar la exposición sobre el mantenimiento preventivo hablando de las ventajas y desventajas de los diversos sistemas y marcas. Hay sistemas que se prestan mejor que otros al mantenimiento preventivo. Algunos necesitan menos mantenimiento que otros.

Si está instalando un sistema, tal vez convendría que al llegar le diera usted al cliente el manual del propietario. Sugiérale que lo lea. Una vez que termine de hacer la instalación podrá contestarle al cliente cualquier pregunta que le haga.

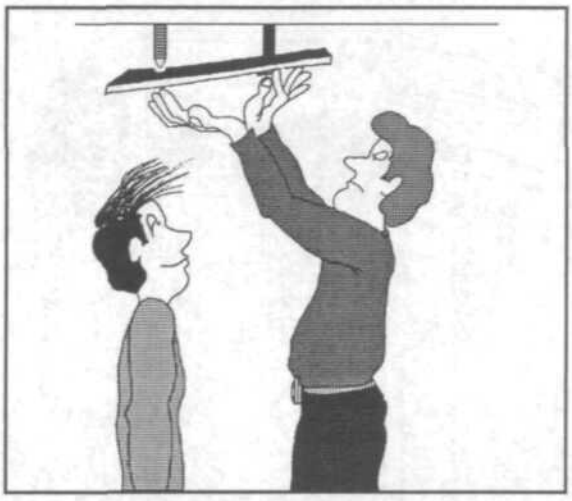


Fig. 63-8. El cliente está ansioso por aprender procedimientos sencillos y económicos.

Dígale que le gustaría hablar de un programa de mantenimiento, si él está de acuerdo.

Cuando atienda una llamada de servicio de un cliente nuevo, puede valerse de un sencillo procedimiento para sugerirle la idea del mantenimiento preventivo. Si le está dando servicio a un acondicionador de aire, al sistema de calefacción central o a un sistema combinado, use siempre el filtro. Cambiar el filtro es un procedimiento sencillo. Es algo que muchas personas hacen con agrado. Puede indicarle al cliente que un filtro sobrecargado de mugre hace que el sistema trabaje demasiado. Utiliza mucha energía en relación con el trabajo que desempeña. ¡Y eso le cuesta al cliente!

Cuando su visita sea motivada por la necesidad de una reparación, espere a haber resuelto el problema antes de comenzar a hablar del mantenimiento preventivo. Posiblemente, el problema que tuvo que arreglar se hubiera evitado mediante el mantenimiento preventivo. Tal vez un refrigerador no conserve los alimentos tan fríos como debe, a causa de una sobrecarga en el compartimiento de los alimentos frescos. Claro está que informará al cliente sobre la causa del problema, y que le explicará la manera de cargar el refrigerador para que el aire fresco circule en forma apropiada. Ese sería un buen momento para sugerirle la posibilidad de un programa de mantenimiento preventivo.

Algunos clientes aceptarán la sugerencia de inmediato, porque les agradará la idea de fomentar la seguridad. También les gustará la idea de ahorrarse dinero. Pero otros verán la idea de un programa de esta índole sólo como más tiempo propio invertido en hacer algo que no quieren hacer. No quieren cambiar filtros. Querrán que usted les haga las visitas regulares de servicio, y lo llamarán en caso de que el sistema se descomponga. En realidad, no tienen tiempo ni interés en aprender acerca del sistema o en realizar ninguna tarea de mantenimiento preventivo. Si insiste en el asunto podría perder al cliente, así que no lo haga. Se trata de una elección del cliente. Respetarla es siempre bueno para las relaciones con el cliente.

Los componentes de un programa de mantenimiento preventivo

Ya se habrá usted dado cuenta de que un buen programa de mantenimiento preventivo para las casas, negocios o comercios de sus clientes está integrado por dos componentes. El componente que le corresponde a usted se divide en dos partes. Una consiste en los procedimientos que únicamente usted puede realizar. Los pondrá en práctica durante sus visitas regulares de servicio. La otra consiste en "educar" o enseñar al cliente. Si su cliente está de acuerdo en participar en la otra parte del programa, es muy posible que las únicas visitas que haga usted a esa casa o ese negocio sean las visitas de servicio.

El componente del programa que le corresponde al cliente también se divide en dos partes. Una consiste en los procedimientos sencillos que los clientes pueden realizar para evitar que sus sistemas

tengan problemas y así ahorrar dinero. Entre estos procedimientos se encuentran tanto los de mantenimiento regular, como cambiar el filtro, como algunas revisiones y reparaciones sencillas. La otra parte consiste en el conocimiento que obtendrán sus clientes y que les servirá para determinar si deben encargarse de uno de los procedimientos sencillos, o si deben llamarlo a usted.

Procedimientos generales

Hay tres procedimientos generales que se aplican siempre, sin importar quién sea su cliente ni qué tipo de técnico sea usted. Son los procedimientos para las visitas de servicio, las visitas de reparaciones y las visitas de registro.

Visitas de servicio. Siempre que haga una visita de servicio, del tipo que sea, desempeñará cinco tipos de procedimientos:

- Inspección del sistema
- Limpieza del sistema
- Lubricación del sistema
- Ajuste del sistema
- Reparación del sistema

PARTE DEL TÉCNICO	PARTE DEL CLIENTE
Llamadas regulares de servicio	Educación al cliente
Procedimiento sencillo	Adquisición de conocimientos

Fig. 63-9. Componentes de un programa de mantenimiento preventivo para el hogar, un negocio o un sistema comercial.

Ya estudió usted todos estos procedimientos en relación con cada uno de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado sobre los que hemos tratado en estas lecciones. Los enumeramos ahora simplemente con objeto de recordárselos para los fines de esta lección.

Visitas de reparaciones. Cuando lo llame un nuevo cliente cuyo sistema de REAC se descompuso, antes de salir de su taller deberá usted obtener alguna información específica:

- ¿Qué tipo de sistema es?
- ¿Qué tan viejo es?
- Si sucedió algo antes de la descompostura, ¿qué fue exactamente?
- ¿Cómo ha estado funcionando el sistema?
- Según el cliente, ¿en qué consiste el problema?

Usted querrá estar seguro de llevar consigo las herramientas y las piezas que necesitará para llevar a cabo el trabajo. A sus clientes regulares les puede pedir que tengan a mano este tipo de información en caso de que le llamen para que haga una reparación.

Mantenimiento de registros. Otra cosa que debería hacer siempre que haga una visita de servicio o de reparaciones es llevar un registro. Podría considerarlo como un pedido de servicio o de reparaciones. Le convendría llenarlo en el lugar mismo, a medida que haga el trabajo. Este registro deberá contener una lista completa de todo lo que revisará y probará durante su visita.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Cuando se trabaja como técnico de un sistema comercial, muchas veces el trabajo es más_____ y el sitio en que se hace más_____ que en las casas o los negocios pequeños.
2. Hay sistemas que se prestan mejor que otros al mantenimiento_____.
3. Un buen programa de mantenimiento preventivo para casas, negocios o comercios está integrado por_____ componentes.
4. Los tipos de visita que hace un técnico en refrigeración y aire acondicionado son: visitas de servicio, visitas de_____ y visitas de registro.
5. Un registro debería contener una lista completa de todo lo que_____ y _____ durante su visita.

Respuestas

1. sucio, restringido 2. preventivo 3. dos 4. reparaciones 5. revisará, probará

Es conveniente registrar todo lo que usted haga. Sea lo más detallado posible. Anote cosas tales como cuándo hizo la visita y observaciones acerca de los que deberá probar en su siguiente visita de servicio. Cuando termine el trabajo y regrese a su taller, llene otra forma. Esta forma sería para los registros de la oficina. Ambas son importantes, porque le sirven para verificar con exactitud qué tipos de servicios o de reparaciones se han hecho, y cuándo se hicieron.

Organización de programas de mantenimiento preventivo

Naturalmente, para diseñar programas de mantenimiento preventivo apropiados para cada cliente utilizará usted los conocimientos que adquiera en este curso y a lo largo de su carrera. Muchas de las necesidades de sus clientes dueños de una casa o propietarios de un negocio serán muy semejantes, aunque siempre habrá algunas diferencias. Las de sus clientes en el comercio variarán de acuerdo con los sistemas que posean.

Supongamos que usted tiene varios clientes que desean participar en el mantenimiento preventivo de sus sistemas de refrigeración y aire acondicionado. Uno de ellos, dueño de una casa, tiene un refrigerador que no hace escarcha. Otro es el propietario de un negocio pequeño que necesita un programa de mantenimiento preventivo para un aparato de aire acondicionado del tipo que atraviesa la pared. Su cliente en el comercio es propietario de un pequeño motel. Le ha encomendado que dé servicio a las máquinas que hacen hielo.

Un programa de mantenimiento preventivo para una casa

Primero, veamos el programa para el

Fig. 63-10. Como técnico en refrigeración y aire acondicionado, puede usted tener muchos tipos de clientes regulares.

cliente que tiene un refrigerador que no hace escarcha.

Refrigerador que no hace escarcha. El primer componente del programa de mantenimiento preventivo es la parte que le corresponde a usted. Así que tiene dos obligaciones: hacer las visitas de servicio y enseñar al cliente. Si cumple bien con estas dos obligaciones y su cliente hace la parte que le corresponde, tendrá que hacer muy pocas visitas de servicio a esta casa, o tal vez ninguna.

El servicio a un refrigerador doméstico es un proceso sencillo. Por lo general, estos aparatos son altamente confiables y funcionan durante muchos años sin necesidad de reparaciones. Una visita de servicio cada dos años, junto con un buen programa de mantenimiento preventivo por parte del cliente, será más que suficiente.

Veamos los procedimientos que pondrá usted en práctica en sus visitas de servicio. En lecciones anteriores estudiamos cada uno de estos procedimientos. El propósito de este repaso es comparar las obligaciones de usted con las que asumirá su cliente.

Primero, probará la tensión primaria disponible. Si el voltaje es insuficiente, el sistema no puede funcionar de manera apropiada. Haga esta prueba en todas sus visitas de servicio. A la larga, el bajo voltaje se traduce en una llamada de reparaciones. Pruebe la toma en la que está conectado el refrigerador. Luego, con un amperímetro, compruebe el voltaje del motor. Luego, pruebe los contactos del termostato. Fije el termostato de manera que enfríe la unidad. Cuando el compresor deje de trabajar, el refrigerador deberá tener la nueva temperatura fijada. Compruébela con su termostato de bolsillo.

Como usted sabe, siempre que haga una visita de servicio debe limpiar el condensador. El aire que circula por arriba de los serpentines del condensador enfría el gas refrigerante, que está caliente. Cuando la basura, la pelusilla o el aceite se acumulan en los serpentines se limita la capacidad del condensador para hacer su trabajo. Revise el evaporador para ver si se ha acumulado la escarcha. No debe haber ninguna en un aparato que no hace escarcha. Pruebe los motores de los ventiladores. Como sabe, se pueden utilizar ventiladores tanto en el condensador como en el evaporador, así como para hacer circular el aire en los compartimientos de los alimentos.

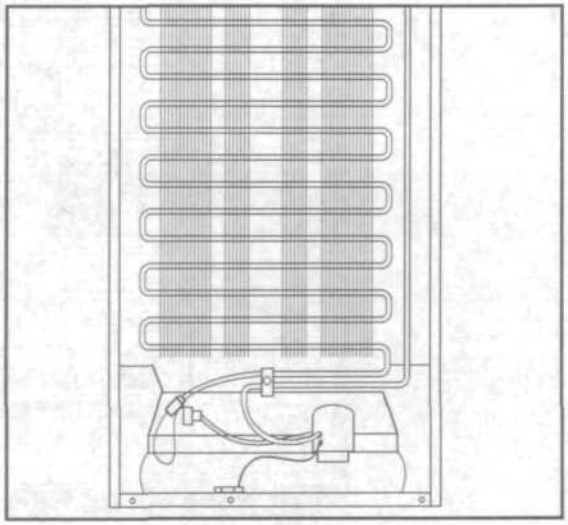


Fig. 63-11. Limpiar los serpentines del condensador es algo que el cliente también puede hacer.

Con esto se liquida todo lo referente al primero de sus deberes. El segundo, es enseñar a su cliente. El método de la investigación, localización y reparación es una buena manera de enseñarlo. ¿Qué es lo que puede fallar en un refrigerador que no hace escarcha? ¿Cuáles son las primeras señales de aviso de esos problemas? ¿Qué puede hacer el cliente para prevenir o solucionar dichos problemas? ¿Cuándo debe llamarlo el cliente?

El problema más grave que puede ocurrir en cualquier refrigerador es que deje de enfriar. Hay un par de señales tempranas de aviso a las que el cliente puede estar atento:

- Las vibraciones
- La pérdida gradual de la eficacia para enfriar

A principios de esta lección tratamos sobre las vibraciones del refrigerador. Lo que sigue es lo que le ha de decir a sus clientes con respecto a los ruidos de las vibraciones.

"Revise la placa metálica de la parte inferior de la puerta, la rejilla del frente inferior del aparato, para asegurarse de que no sea la causa. Si no es la placa metálica, quítela y pruebe el depósito del desagüe que se encuentra detrás de ella. Si no puede localizar la causa de las vibraciones, llámeme."

Explíquele al cliente los peligros que presenta una línea del refrigerante cuando vibra.

Sobre las causas de la pérdida gradual de la eficacia para enfriar, le puede decir al cliente:

"Esto puede tener varias causas. Una, que el termostato no trabaje correctamente. Dos, que el condensador esté muy sucio. Tres, que haya una acumulación de escarcha en el evaporador. Cuatro, que la circulación del aire en los compartimientos de los alimentos esté restringida."

Las medidas preventivas que puede sugerirle al cliente, son las siguientes:

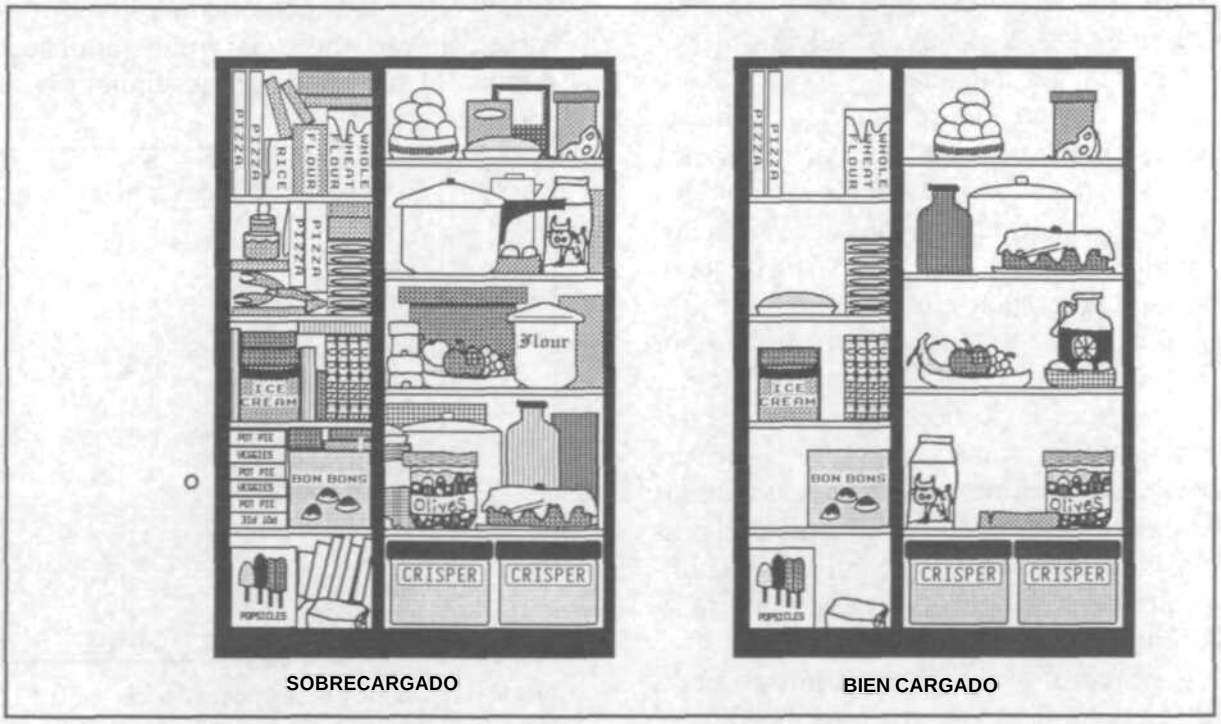


Fig. 63-12. Explíquele a sus clientes las consecuencias de sobrecargar el refrigerador.

"Conserve limpios los serpentines del condensador. Conviene que los limpie dos veces por año. Si lo hace, se evitará bastantes problemas y su refrigerador durará mucho más tiempo. No sobrecargue el refrigerador. Esta costumbre restringe seriamente el flujo del aire en los compartimentos de los alimentos, lo que hace que el sistema trabaje mucho más pero enfríe menos."

Si hay una pérdida gradual de la eficiencia para enfriar, puede decirle al cliente:

"Cerciórese de que los serpentines del condensador estén a por lo menos tres centímetros de la pared. Compruebe que no haya ninguna fuente de calor cerca del refrigerador. Verifique la temperatura en que se fijó el termostato. Quizá sea muy baja. Auméntela y deje pasar un día. Tal vez con ello se solucione el problema. Pruebe los serpentines del condensador. Si están sucios, quíteles el polvo con una aspiradora o límpidos con un trapo húmedo, y espere un día para ver si así se soluciona el problema. En caso de que estas medidas no den resultado, llámeme. Llámeme también en caso de que haya una acumulación de escarcha en el evaporador."

Asegúrese de que su cliente entienda perfectamente cuáles son las distintas piezas del refrigerador, o de lo contrario las indicaciones que le dé usted no servirán de gran cosa.

Como se puede apreciar, es bastante fácil enseñar a sus clientes lo relacionado con el refrigerador que no hace escarcha. Acuérdese de decirle al cliente que revise la clavija en caso de que el aparato deje de funcionar repentinamente. Es sorprendente la frecuencia con la que una clavija desconectada accidentalmente se traduce en una visita de servicio innecesaria. Si la clavija está conectada todavía, el cliente debe abstenerse de llamarlo. Primero, debería revisar el fusible o la caja del interruptor automático. En caso de que el fusible se haya fundido o el interruptor se haya disparado, el cliente puede reemplazar el fusible o fijar otra vez el interruptor. Si se vuelven a fundir o disparar, entonces sí debe llamarlo. Si el fusible no está fundido ni el interruptor se ha disparado, y la unidad está conectada en la toma de corriente pero sigue sin funcionar, el cliente debe llamarlo.

Un programa de mantenimiento preventivo para un negocio pequeño

Para estudiar un programa mantenimiento preventivo para negocios pequeños, veremos un acondicionador de aire del tipo que atraviesa la pared. Digamos que está instalado en un pequeño negocio de diseño de jardines. La mayoría del trabajo se hace en el exterior. El negocio tiene una pequeña oficina que únicamente necesita un acondicionador de aire del tipo que atraviesa la pared.

El servicio, que es parte del programa de mantenimiento, es un procedimiento anual. Se debe hacer al principio de la temporada de enfriamiento. Los pasos de este procedimiento son los que se enumeran a continuación:

- Limpiar o cambiar el filtro.
- Limpiar el evaporador, el condensador, el desagüe, el motor y las aspas del ventilador, el motor del compresor y la caja.
- Inspeccionar y lubricar el motor del ventilador, en caso necesario.
- Revisar el tendido eléctrico.
- Verificar que todas las tuercas, pernos y tornillos estén bien apretados.

Fig. 63-13. A los acondicionadores de aire de pared se les debe dar servicio una vez al año.

En términos de mantenimiento preventivo, ¿de cuáles de estos procedimientos podría encargarse el cliente? Así es, usted debe enseñarle a su cliente la manera de cambiar o limpiar el filtro cuando éste se carga, o por lo menos dos veces al año, si se usa todo el año.

En términos de revisiones y reparaciones, le debe dar a su cliente la siguiente información:

Si la unidad no funciona, lo primero que debe hacer el cliente es cerciorarse de que esté conectada a la toma de corriente. Si está conectada, debe probar el fusible o la caja del interruptor automático. Si ambos están bien, el cliente debe llamarlo a usted. Si el problema se debe al fusible o al interruptor automático y el cliente lo reemplaza pero continúa fundiéndose o disparándose, entonces debe llamarlo.

Cuando se tapa un filtro de aire, puede causar diversos problemas. En caso de que se presente cualquiera de los que se enumeran abajo, lo primero que debe hacer el cliente es probar el filtro.

El compresor comienza a trabajar y luego se detiene de inmediato (funciona de manera intermitente).

- La unidad no enfría como debiera.
- El evaporador se cubre de escarcha.

Si el filtro de aire está sucio, el cliente debe limpiarlo o reemplazarlo. Pero si con esto no se resuelve el problema, debe llamarlo a usted.

Si la unidad no enfría lo que debiera, antes de llamarlo a usted, el cliente debe revisar los controles para asegurarse de que estén fijados correctamente. También debe asegurarse de que el control del tiro se haya fijado en posición de cerrado.

Un programa de mantenimiento preventivo para sistemas comerciales

En nuestro ejemplo de sistemas comerciales, nos figuramos que su cliente es propietario de un motel pequeño. Usted se encarga de todos los sistemas comerciales del motel, pero como ejemplo de la manera en que puede diseñar un programa de mantenimiento preventivo para su cliente, usaremos las máquinas para hacer hielo instaladas en el motel. Aquí verá cuáles son sus responsabilidades con respecto al servicio de estas máquinas. Pronto se dará cuenta de cuáles de estos procedimientos de servicio podría realizar su cliente como medida de mantenimiento preventivo.

Los procedimientos anuales de servicio que requieren las máquinas para hacer hielo comienzan con el condensador. Debe limpiarlo con una aspiradora. El condensador se parece al radiador del automóvil. Es frecuente que vaya en un costado o en la parte posterior del gabinete, cerca del piso. En nuestro ejemplo, está en la parte superior de la unidad.

Inspeccione el empaque de la puerta para ver si tiene roturas o está plano en

algún lugar. Los empaques que no ajustan bien pueden ser causa de que el compresor tenga que trabajar demasiado para tratar de combatir las filtraciones de aire caliente. Aun cuando no vea roturas o lugares planos, es conveniente que compruebe la eficiencia del empaque. Coloque un pedazo de papel sobre la superficie del empaque donde cierra la puerta. Cierre la puerta. Ahora, suavemente, trate de sacar el papel. Si sale fácilmente reemplace el empaque.

Tome la temperatura del interior del compartimento de almacenamiento de hielo. Debiera ser de entre -15 °C (5 °F) y -17.8°C(0°F).

También comprobará la tensión del voltaje disponible, con objeto de proteger el compresor hermético. Si el voltaje es insuficiente, no puede trabajar en forma debida. Acuérdese de hacer esta prueba en todas sus visitas de servicio. A la larga, el voltaje bajo se traduce en una visita de reparaciones. Revise la toma de corriente en la que esté conectado el refrigerador. A continuación, necesitará usar su amperímetro para probar el amperaje del motor. En anteriores lecciones, vimos los procedimientos del caso.

Entre los deberes correspondientes a su cliente en un programa de mantenimiento preventivo estaría el de limpiar el condensador con una aspiradora siempre que estuviera sucio. Así se evitará que el compresor se desgaste indebidamente. Asimismo, mejorará la eficiencia en el uso de la energía, y le ahorrará dinero al cliente. Si aparecen roturas o lugares planos en el empaque de la puerta de la máquina para hacer hielos, el cliente debe llamarlo a usted.

Por lo que se refiere a las revisiones y reparaciones, lo que le puede decir al dueño del motel, con respecto a las máquinas para hacer hielo, es esto:

"Si el compresor trabaja todo el tiempo o se vuelve ruidoso, llámeme. Si no produce hielo como debiera o acumula escarcha en uno de los extremos de la pared interior, revise el condensador. Si está sucio, limpíelo y espere un día. Si aún no se soluciona el problema, llámeme."

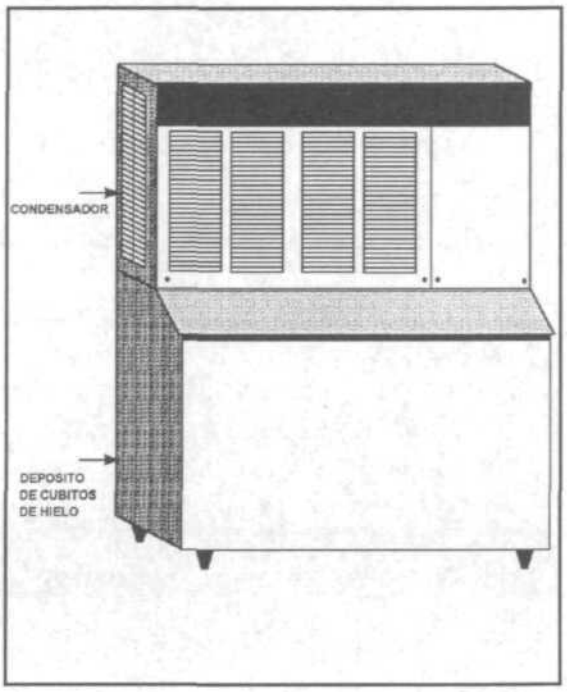


Fig. 63-14. En esta máquina para hacer hielo, el condensador está encima del depósito de almacenamiento.

Cuando una máquina para hacer hielos recibe el mantenimiento adecuado, funciona durante años sin necesitar reparaciones. Los ejemplos que hemos dado en esta lección demuestran que se puede diseñar un programa de mantenimiento preventivo de veras efectivo para cualquier cliente, si éste quiere participar en él.

Resumen

Ahora ya sabe que mantenimiento preventivo es lo que se hace para impedir que surjan problemas en casas, en un pequeño negocio o en una cadena comercial. El mantenimiento preventivo afecta a todas estas áreas, además de a otras que estudia-

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo el término entre paréntesis que completa las siguientes afirmaciones.

1. El problema más grave que puede ocurrir en cualquier refrigerador es que deje de (enfriar, calentar).
2. Una de las medidas preventivas de mantenimiento que se debe sugerir al cliente es que conserve limpios los serpentines del (evaporador, condensador).
3. En un equipo de aire acondicionado del tipo que atraviesa la pared, si el filtro de aire está sucio, el técnico debe de (limpiarlo, clausurarlo).
4. Los empaques de los refrigeradores que no ajustan perfectamente pueden ser causa de que el compresor tenga que trabajar demasiado para tratar de combatir las filtraciones de aire (frío, caliente).
5. La temperatura interior del compartimiento de almacenamiento de un refrigerador debe estar entre (15 y 17.8 °C, -15 y -17.8 °C).

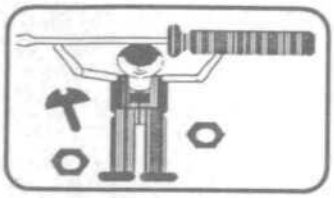
Respuestas

1. enfriar 2. condensador 3. limpiarlo 4. caliente 5. -15 y -17.8 °C

remos en el capítulo siguiente. En estas áreas el servicio que se da regularmente es una especie de mantenimiento preventivo. Lo es mucho más cuando sus clientes deciden comprometerse en los programas de mantenimiento preventivo que usted les ofrece para los distintos sistemas de refrigeración y aire acondicionado.

En esta lección aprendió las ventajas del mantenimiento preventivo: promueve seguridad y hace ahorrar dinero. Conoció a Jorge, un ejemplo del técnico competente y amigable que usted será cuando se gradúe. También aprendió que el mantenimiento preventivo puede ser una importante parte de sus relaciones con el cliente. Le enseñamos los componentes de los programas de mantenimiento preventivo para casa, negocios y sistemas comerciales y cómo montarlos.

Como técnico, llegó usted en esta lección casi a la cumbre de su capacitación. ¡Le damos nuestras más cordiales felicitaciones!



Tareas prácticas

Programa de mantenimiento preventivo

Materiales que usted necesitará

- Papel y lápiz
- Una regla de plástico
- Goma para borrar

Información previa

El mantenimiento preventivo puede ser definido como la conservación planeada del equipo a través de inspecciones periódicas que descubren condiciones defectuosas.

Independientemente del grado de refinamiento a que se quiera llegar un programa de mantenimiento preventivo bien intencionado debe incluir:

1) Una inspección periódica del sistema y equipo para descubrir situaciones que puedan originar fallas.
2) El mantenimiento necesario para remediar esas situaciones antes que lleguen a revestir gravedad.

Un rasgo esencial del mantenimiento preventivo es la acumulación de datos históricos de reparación de equipo, la cual se efectúa a través de datos estadísticos (registro histórico) donde se asientan manualmente las reparaciones importantes.

Toda unidad o equipo debe ser revisado para precisar el trabajo que haya de realizarse para un reacondicionamiento con base en un programa diario, semanal, mensual, trimestral o semestral, según sea el caso.

Un buen paso para obtener una lista de periodicidad de inspección básica es mantener comunicación con los fabricantes del equipo de que se trate. Si se busca la mayor cantidad de información, se leen con cuidado las instrucciones de los fabricantes, se examinan los registros del equipo y se toma en cuenta su empleo, será posible fijar la periodicidad de las inspecciones.

Lo que usted deberá hacer

De acuerdo a lo que lleva estudiado del curso, hará una relación de las acciones a seguir en la inspección de un equipo doméstico o comercial.

Procedimiento

1. Diseñe un formato de inspección de mantenimiento preventivo propio de su negocio que contenga.

a) nombre del cliente
b) dirección y teléfono del cliente
c) marca y modelo del equipo
d) fecha de la inspección
e) parte del equipo a inspeccionar
f) acción a efectuar

2. Valide la operatividad de su formato haciendo una inspección al refrigerador de su casa, al de su vecino y al del algún negocio cercano a su casa que tenga refrigeración comercial.
3. Ajuste el formato anexando lo que falta y quitando lo que sobre.
4. Repita el procedimiento hasta que quede satisfecho del formato.

Conclusiones

Nunca faltará quién pregunte: ¿para qué dar mantenimiento preventivo si, como está el equipo, está bien? Este es un concepto completamente erróneo. Una respuesta sencilla es la obtención de un sensible ahorro en reparaciones, ya que se prevén suspensiones innecesarias del sistema y reparaciones más tardadas y costosas.

...y
después,
¿qué sigue?

¿Qué tipo de mantenimiento —el correctivo o el preventivo- es más costoso? ¿Qué ventajas ofrece el mantenimiento preventivo a los grandes hoteles? ¿Qué es el sistema de energía total? ¿Qué es y para qué sirve el intercambiador de calor? ¿De qué sistema forma parte la torre de enfriamiento? ¿Qué tareas mensuales tiene que efectuar el técnico en REAC para el mantenimiento de una torre de enfriamiento? ¿Cuáles son las principales máquinas de un equipo para restaurantes? ¿Qué datos de información deben contener los registros de cada aparato? ¿Cuáles son los principales errores del técnico de REAC en el mantenimiento de una planta industrial?

Examen

INSTRUCCIÓN: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* **Escoja una sola respuesta para cada pregunta.** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio y envíelo a la escuela.*

1. El servicio normal que proporciona el técnico en refrigeración y aire acondicionado es

a. mantenimiento predictivo.
b. mantenimiento correctivo.
c. mantenimiento preventivo.
d. mantenimiento mayor.

2. Un programa de mantenimiento preventivo se puede organizar a través de un sistema de visitas regulares de

a. servicio.
b. reparación.
c. reemplazo de equipo.
d. mantenimiento correctivo.

3. El gas refrigerante halógeno en presencia de una flama o de un elemento calefactor puede resultar dañino para los

a. ojos.
b. ríñones.
c. oídos.
d. pulmones.

4. Un buen programa de mantenimiento preventivo puede ser uno de los ingredientes principales de las relaciones con los

a. amigos.
b. clientes.
c. competidores.
d. proveedores.

Recorte aquí el talón de respuesta y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de lección L463

5. A menudo tratará con el cliente por primera vez en respuesta a su solicitud de que haga una

a. adecuación.
b. reparación.
c. sustitución de equipo.
d. cotización de equipo nuevo.

6. Una de las causas de que un refrigerador no conserve los alimentos tan fríos como se debe es la existencia de una sobrecarga en el compartimento de

a. refrigerante.
b. agua.
c. hielo.
d. alimentos.

7. Cuando acude al llamado de un cliente para una visita de reparación, antes de salir del taller es conveniente que obtenga alguna información previa sobre

a. el equipo a reparar.
b. el cliente.
c. el precio a cobrar.
d. el tiempo a emplear.

8. Una causa grave de vibraciones en un refrigerador es

a. un balero fijo.
b. falta de energía eléctrica.
c. una línea de refrigerante suelta.
d. falta de lubricación.

9. Lo primero que hay que revisar si una unidad no funciona es que esté conectada a

a. la toma de corriente.
b. la línea de refrigerante.
c. la línea de agua.
d. la línea de gas combustible.

10. En un refrigerador casero, cuando el condensador está sucio se puede limpiar con

a. una cubeta con agua.
b. aceite.
c. una aspiradora.
d. petróleo.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

SISTEMAS DE Refrigeración YAIR ACONDICIONADO

CONTENIDO

Introducción.....3

1. El técnico en mantenimiento de refrigeración y aire acondicionado en grandes edificios.. 3
2. El técnico en refrigeración industrial.....12
3. Resumen.....16
4. Tareas prácticas.....17
5. Examen..,...19

Mantenimiento Preventivo

(Segunda parte)

L464 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

El técnico en mantenimiento de refrigeración y aire acondicionado en grandes edificios, 3
- El mantenimiento es importante también por el aspecto económico, 4
- El sistema de energía total, 5
- La torre de enfriamiento, 7
- Equipo para restaurantes, 9
- Registros, 9

El técnico en refrigeración industrial, **12**
- Procesamiento de alimentos congelados, **12**
- Errores más comunes, **14**

Resumen, **16**

Tareas prácticas:
Identificación del tipo de torre de enfriamiento, **17**

Examen, **19**

Introducción

Uno de los campos de la refrigeración y aire acondicionado mejor remunerados es el industrial, pues la conservación de grandes cantidades de muy diversos productos y la climatización de las áreas de trabajo revisten una gran importancia para los propietarios del equipo y la empresa en general. Por ello es conveniente que un buen técnico de servicio tenga conciencia del valor que posee un programa adecuado de mantenimiento preventivo, tanto por el ahorro económico que supone como por la mayor duración del equipo industrial que permite.

En esta lección estudiaremos los procedimientos de mantenimiento preventivo que, en su calidad de técnico, le permitirán conservar adecuadamente los equipos en edificios de gran tamaño, así como conocer los pasos a seguir en el cuidado de un material de tipo industrial.

Ahora está usted casi en la culminación de sus estudios. Confiamos en que vea con suficiente claridad los diferentes conceptos de operación de los equipos que ha estudiado en su curso.

El técnico en mantenimiento de refrigeración y aire acondicionado en grandes edificios

Hay muchas clases de edificios de gran tamaño que cuentan con técnicos en mantenimiento. En nuestro ejemplo usaremos el edificio de un gran hotel. En un hotel grande se utilizan muy distintos sistemas de refrigeración y aire acondicionado, desde una planta completa de aire acondicionado central hasta los enfriadores de agua del vestíbulo principal. Además de estos sistemas, uno muy grande y el otro muy pequeño, en la cocina del restaurante

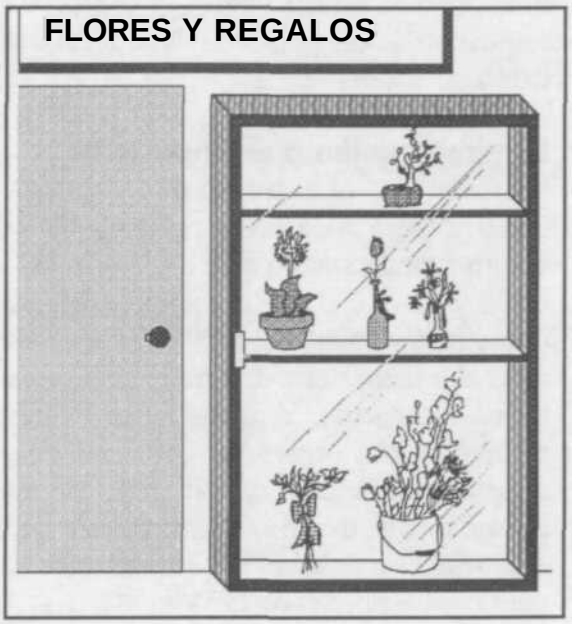


Fig. 64-1. En este hotel, el técnico en REAC debe cuidar tanto este exhibidor refrigerado como la planta central de acondicionamiento de aire.

del hotel hay refrigeradores y congeladores. En la tienda de regalos hay una pequeña caja para conservar frescas las flores. En muchas de las habitaciones hay pequeños refrigeradores para bebidas y refrescos. Y en diversas partes del edificio se encuentran máquinas expendedoras y máquinas para hacer hielo.

En los grandes edificios, el propósito del mantenimiento preventivo es el mismo que en una casa, un negocio pequeño o un sistema comercial: el factor económico y la seguridad. En un gran hotel, como el de nuestro ejemplo, la responsabilidad por la seguridad es enorme. Tal vez sean miles las personas que duermen bajo el mismo techo. Todas ellas dependen para su confort de un sistema de aire acondicionado. Si el tendido eléctrico está defectuoso, es posible que el sistema deje de funcionar. Entonces, en el mejor de los casos, es posible que la gente se sienta incómoda. En el peor de los casos, un incendio puede hacer peligrar sus vidas. Si usted trabaja como técnico en refrigeración y aire acon-

dicionado en un gran hotel, el confort y la segundad de las personas dependerán de usted.

El mantenimiento es importante también por el aspecto económico

Sea cual fuere la causa o el resultado de que el aire acondicionado deje de funcionar, es casi seguro que el hotel va a perder algo de la buena voluntad del público. Es posible que, al menos temporalmente, pierda su buena reputación. Y es casi seguro que se reduzcan sus ingresos. Un gran hotel depende de su técnico en refrigeración y aire acondicionado para mantener sus operaciones a un nivel que le permita competir con los hoteles cercanos.

Como técnico en REAC en un edificio de gran tamaño, realizará dos clases de mantenimiento: el preventivo y el correctivo. Ya aprendió mucho acerca de ambos en estas lecciones. Sólo que el tema se presentó en otros términos. Lo que ha aprendido acerca del servicio se relaciona con el mantenimiento preventivo. Lo que ha aprendido acerca de las reparaciones se relaciona con el mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo es el que se da antes de que se presente un desperfecto. Consiste en los procedimientos que mantienen el equipo funcionando como es debido.

El mantenimiento correctivo es el que se da después de que se haya presentado un desperfecto. Consiste en los procedimientos para la reparación del equipo.

El mantenimiento correctivo puede resultar costoso, pues tal vez no baste con reparar el equipo, sino que haya que reemplazarlo. Casi siempre, el mantenimiento correctivo es más costoso que el preventivo.

A los grandes hoteles, el mantenimiento preventivo les ofrece varias ventajas bien definidas:

- Prolonga la vida de un equipo muy costoso
- Reduce las quejas de los huéspedes
- Hace que disminuyan las reparaciones a mitad de la noche

Tal vez le parezca a usted que ningún hotel, ni siquiera uno de gran tamaño, pueda mantener a un técnico ocupado durante todo el día. Piénselo un poco. Muchos grandes hoteles tienen 18 o más pisos y 1,000 o más habitaciones. Esto significa que hay por lo menos 36 máquinas para hacer hielo. Suponiendo que 200 de las habitaciones tengan refrigeradores para bebidas y refrescos, habrá otros 200 aparatos que necesitan servicio. Y el hotel tendrá además una cocina grande, con refrigeradores y congeladores de gran tamaño.

Por supuesto, la tarea de más importancia del técnico de REAC en tal edificio, es la de acondicionar el aire. De manera que comencemos viendo lo que probablemente será el sistema mayor: la planta central de aire acondicionado.

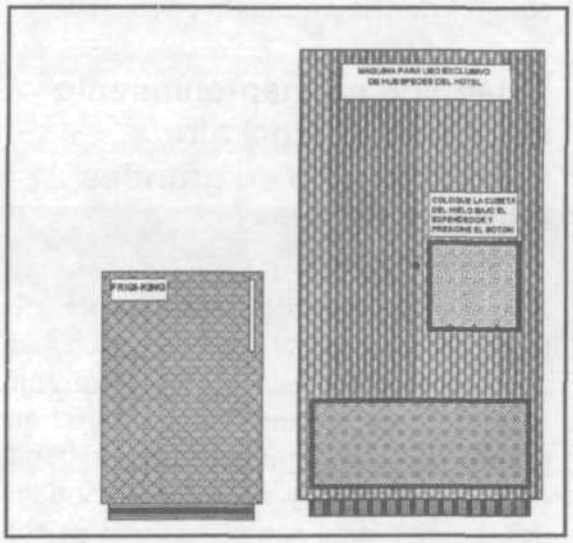


Fig. 64-2. Como técnico en mantenimiento de un gran hotel, tendrá a su cargo muchos refrigeradores y máquinas de hacer hielo.

El sistema de energía total

En una de las lecciones anteriores tratamos acerca de algunos tipos de plantas centrales de aire acondicionado utilizadas en edificios de gran tamaño. El hotel de nuestro ejemplo es muy moderno. Utiliza un sistema de energía total, conocido también como sistema de energía única. O sea: usa una sola fuente de energía. En nuestro ejemplo, es gas combustible. El hotel compra suficiente gas combustible para satisfacer todas las necesidades de energía del edificio. Lo que es más, todos los sistemas están hechos de tal manera que utilizan toda la energía producida por el gas combustible.

Este sistema ofrece dos ventajas bien definidas. Una, se obtiene un costo más bajo por litro de combustible, porque se compra un gran volumen. Dos, se hace un uso más completo del combustible, porque se utiliza toda la energía que produce.

En nuestro sistema de energía total, el gas impulsa a las turbinas de gas que generan toda la electricidad que necesita el hotel. El gas impulsa también nuestro sistema de acondicionamiento de aire por absorción. Este sistema también se puede usar con energía solar para enfriar los edificios durante el verano.

Sin embargo, en nuestro hotel, la fuente primaria de calor es el agua caliente de las camisas de enfriamiento de las turbinas de gas. Otra de las principales fuentes de calor es la de los gases del escape.

Nuestro sistema de enfriamiento por absorción usa el calor del escape de las turbinas de gas. El sistema de agua caliente usa el agua de las camisas de enfriamiento. Esta es el agua que enfría el absorbedor y el condensador de nuestra planta de acondicionamiento de aire por absorción. Durante el invierno, el calor del escape y el agua caliente se usan también para la calefacción.

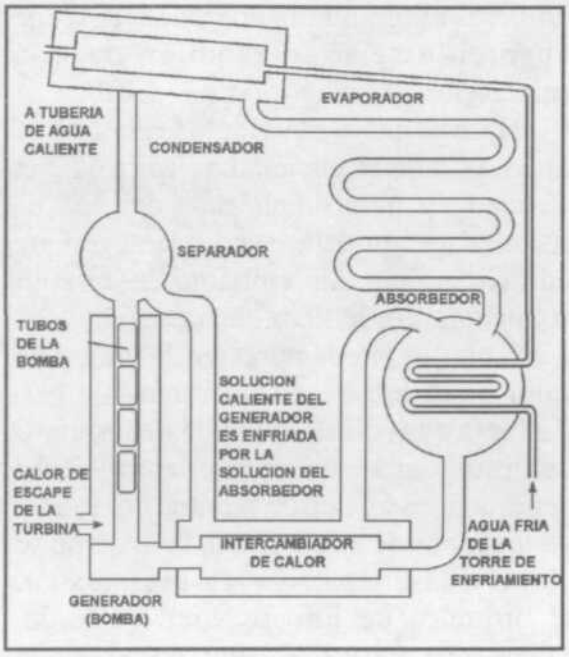


Fig. 64-3. El sistema de absorción usa agua como enfriador y bromuro de litio como absorbente.

Hay otra manera en la que, durante el invierno, se produce y usa calor. El aire de los ductos de regreso de cada habitación se hace pasar a través de unos conductos en las instalaciones del alumbrado de cada habitación. Al pasar por ellos, el agua se calienta. El calor que se necesita para la habitación entra en ella a través de un ducto. El aire caliente adicional es devuelto a la red primaria de ductos para su uso en otras partes del edificio que lo necesiten.

En una de las primeras lecciones del curso tratamos acerca de los sistemas de enfriamiento por absorción. Recordará usted que algunas veces el amoníaco es el refrigerante y el agua es el absorbente. Cuando está mezclado con el agua en ciertas proporciones, el amoníaco es tóxico e inflamable. Otras veces, el refrigerante es agua y el absorbente es bromuro de litio o algún otro compuesto químico. El bromuro de litio no es tan peligroso como el amoníaco, pero cuando queda expuesto al aire se vuelve corrosivo. Puede ser irritante para la piel, los ojos y las membranas mucosas. Lo más frecuente es que, en los

edificios de gran tamaño, los sistemas de absorción se usen también para la calefacción.

Hace ya muchas lecciones le mostramos un sistema de absorción. La Figura 64-3 es un ejemplo muy simplificado del tipo de sistema que podría encontrarse en un edificio grande. Sin embargo, le dará los conocimientos básicos que necesita.

Como se puede apreciar, la fuente de calor es el escape de la turbina de gas. Calienta una solución diluida de bromuro de litio y agua en el condensador. El generador es un tipo de bomba. Por medio de los tubos de esta bomba, la solución se eleva hasta el separador. En el separador, el bromuro de litio se vuelve líquido. Luego se separa del vapor de agua que continúa hasta el condensador. La gravedad hace que el bromuro de litio fluya alrededor del intercambiador de calor, donde es enfriado por la solución del absorbedor. Luego, se traslada del intercambiador de calor hasta el absorbedor. En éste, absorbe vapor de agua y se transforma en una solución concentrada de bromuro de litio y agua. La solución concentrada se deposita en el fondo del absorbedor. Luego, pasa a través del intercambiador de calor y regresa al generador.

En el condensador, el vapor de agua del separador se transforma en agua líquida. Luego, por gravedad, fluye a través de un orificio y entra en el evaporador. El sistema tiene un vacío casi perfecto, por lo que el agua se evapora a baja temperatura. Como siempre, aquí es donde tiene lugar el proceso de enfriamiento. En el caso de un refrigerador, un congelador o un acondicionador de aire, lo realizan los serpentines enfriadores. El vapor de agua que se forma, a medida que el agua se evapora, es absorbido por el absorbedor.

Tome nota de que el agua fría fluye tanto por el absorbedor como por el condensador, y que después sale hacia las tuberías de agua caliente del edificio. Esta agua fría procede de una torre de enfriamiento. En unos momentos veremos con más detalles una de estas torres. Es otra de las máquinas que están al cuidado del técnico en refrigeración y aire acondicionado de un edificio grande y cuyo mantenimiento es su responsabilidad.

VÁLVULAS DE SERVICIO TIPO A
Probar presión del absorberdor (presión del lado bajo)
Purgar vapor del amoníaco
Agregar amoníaco líquido o vapor
Agregar solución
Reducir la presión del sistema al nivel de la presión atmosférica
VÁLVULAS DE SERVICIO TIPO B
Probar la presión del lado alto
Probar nivel de la solución
Eliminar solucón excesiva
Agregar solución después de reparaciones
Reducir la presión del sistema a la atmosférica
VÁLVULAS DE SERVICIO TIPO C
Purgar aire
Agregar aire
Agregar solución
Eliminar solución
VÁLVULAS DE SERVICIO TIPO D
Eliminar grandes cantidades de solución
Averiguar si la cámara de descarga tiene la cantidad correcta de no condensables

Fig. 64-4. Válvulas de servicio de un sistema de absorción, agrupadas de acuerdo con sus usos.

Incluso, para dar servicio a los sistemas de absorción instalados en las casas, el técnico necesita capacitación especial. Si usted es contratado como técnico en mantenimiento de un edificio de gran tamaño, recibirá capacitación especial para dar servicio al sistema que se use en dicho edificio. Será capacitado por un técnico del personal de mantenimiento o del fabricante del sistema.

Según sea el sistema, será el tipo específico de mantenimiento preventivo que le deberá dar cada día, semana, mes y año. Lo que podemos hacer aquí es darle una descripción muy general de algunos tipos de mantenimiento y servicio propios de tales sistemas. Para ello, veremos las válvulas de servicio de los sistemas de absorción.

En un edificio grande, la planta de aire acondicionado por absorción tendrá por lo menos cuatro tipos de válvulas de servicio. La figura 64-4 le muestra cuáles son esas válvulas y para qué se usan,

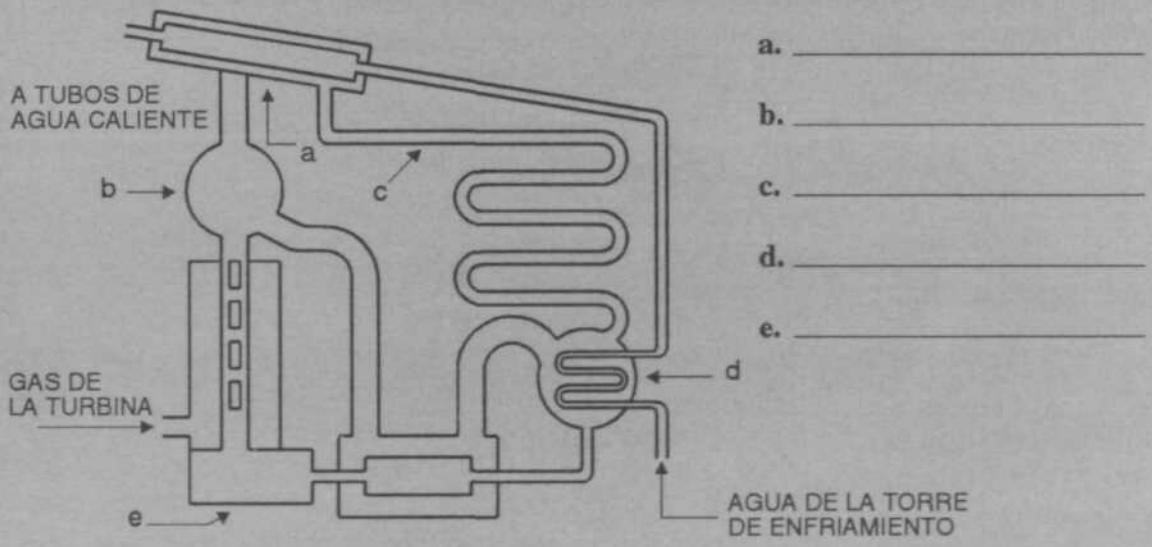
Esperamos haberle dado una cierta idea de lo complejo que es el mantenimiento de una planta de aire acondicionado por absorción. De no ser así, tal vez resulte útil ver en detalle el mantenimiento que requiere una sola de las partes del sistema. Así que vamos a ver la torre de enfriamiento,

La torre de enfriamiento

En la lección correspondiente, le hicimos la presentación de las torres de enfriamiento, Ya sabe cómo están hechas y cómo funcionan. Nuestra torre de enfriamiento forma parte de un sistema de energía total. El agua que se le abastece es la que sobra del sistema de agua de nuestro edificio,

Ejercicio de Autoevaluación

Identifique las partes de este sistema de refrigeración por absorción.



Respuestas

a. condensador b. separador c. evaporador d. absorbedor e. generador (bomba)

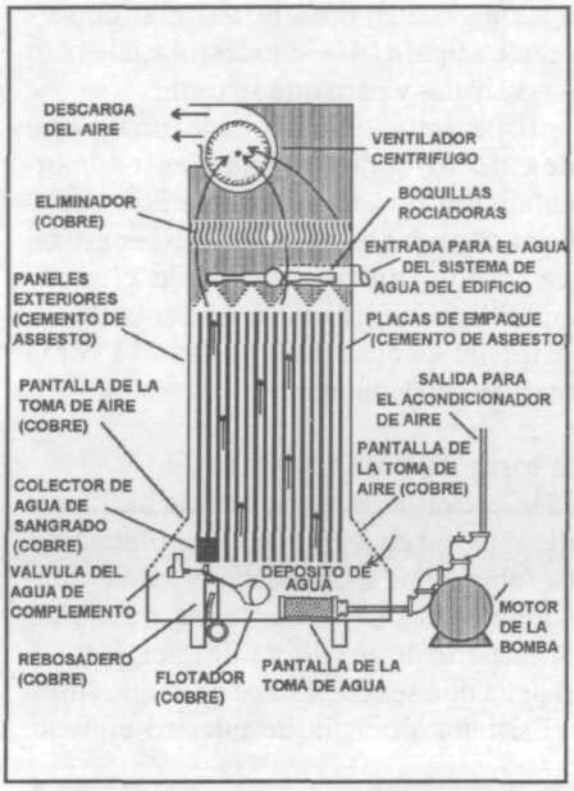


Fig. 64-5. Torre de enfriamiento en un sistema de energía total.

más la complementaria que le haga falta procedente del suministro de agua de la ciudad. El agua enfriada por la torre circula por el absorbedor del sistema de absorción y por el condensador, donde se calienta. Luego se dirige a calentar agua en el sistema de agua caliente o al sistema de calefacción del edificio, o quizá haga ambas cosas.

Como la torre de enfriamiento se encuentra en la azotea del edificio, o en otro sitio al aire libre, atrapa basura, papeles y cualquier otra cosa que pueda arrastrar el viento. Una vez a la semana, revise la torre por fuera. Quítele la basura y demás cosas que se le hayan acumulado. El calendario de mantenimiento preventivo que se presenta a continuación no es aplicable a cualquier edificio ni a cualquier torre de enfriamiento. No es más que un ejemplo promedio. De hecho, es posible que un sistema de absorción muy grande tenga una torre de enfriamiento mucho más grande que la que se ilustra aquí. O tal vez tenga varias torres.

Una vez a la semana debe ponerle al sistema los productos químicos que necesite. El tratamiento del agua es necesario para que no se ponga demasiado acida o alcalina. De manera que le pondrá productos químicos para que el valor del pH quede en siete u ocho. Esta es una lectura de pH intermedia. Es posible que también tenga que ponerle productos químicos por otras razones; por ejemplo: para reducir las algas, el moho o el fango. Además, debe llevar a cabo los siguientes trabajos:

- Drenar, limpiar y lavar por inundación el depósito del agua.
- Inspeccionar los ventiladores y las correas de los ventiladores.
- Inspeccionar la bomba y comprobar que no tenga fugas.
- Volver a llenar el depósito.

Una vez al mes debe realizar las siguientes tareas:

- Inspeccionar y ajustar el nivel del flotador.
- Inspeccionar y lubricar los cojinetes.
- Revisar los cojinetes del motor para ver si hay juego longitudinal y sobrecalientamiento.

Cada dos años se deben repetir los trabajos y tareas semanales y mensuales, y hacer los que se indican a continuación:

- Desarmar el motor de la bomba.

- Limpiar el motor de la bomba.
- Instalar nuevos cojinetes, en caso necesario.

Equipo para restaurantes

El otro sistema grande que requiere un programa completo es el equipo para restaurantes. Entre los equipos cuyo mantenimiento se le podría encomendar a usted se cuentan las máquinas siguientes:

- Congeladores
- Refrigeradores
- Cuartos frigoríficos
- Mostradores de neverías
- Mostradores de tiendas de comestibles preparados o fiambrerías

A continuación se sugiere un calendario de mantenimiento para un sistema de refrigeración instalado en la cocina de un hotel de gran tamaño.

Cada tres meses debe cerrar la unidad de refrigeración y limpiar con aspiradora el condensador enfriado por aire. Revise la correa impulsora del motor, para comprobar que no esté gastada o rajada. Inspeccione el ventilador del condensador y las poleas del compresor, para ver que no estén flojos. Inspecione el indicador de líquido y humedad. Recuerde que cuando el líquido se ve claro al pasar por el tubo indicador ha terminado la carga del refrigerante. Si el líquido tiene burbujas es señal de alguna falla. Tal vez esté obstruida una línea del refrigerante, tal vez falte refrigerante. Usted ya sabe cómo localizar las fallas y cómo arreglarlas.

Cada seis meses compruebe la exactitud del control de la temperatura. Para ello siga el procedimiento que se describe a continuación.

1. Ponga un termómetro en el espacio enfriado.
2. Anote la temperatura en la que esté fijo el indicador del control.
3. Deje pasar diez minutos.
4. Compare la lectura del termómetro con la posición en que esté fijo el control. Deberán ser semejantes.

Después, pruebe toda la unidad para cerciorarse de que no tenga fugas y lubrique los cojinetes del motor y del ventilador.

Cada dos años desarme completamente el motor, limpíelo y vuélvalo a armar.

Registros

Es probable que el dueño de un edificio de gran tamaño contrate a un ingeniero para que organice el programa de mantenimiento. De manera que, cuando usted se hiciera cargo del mantenimiento, tendría un calendario de trabajo por el cual guiarse. Sus funciones consistirían en los factores que se enumeran abajo.

- Seguir el calendario de mantenimiento
- Reparar los sistemas que se descompongan
- Llevar los registros

Los dos primeros los hemos discutido con bastante amplitud en esta y otras lecciones. Por lo tanto, nos concentraremos unos minutos en el factor de los registros. Usted tendrá que llevar registros tanto de sus actividades de mantenimiento preventivo como de las de reparación.

Un buen programa de mantenimiento preventivo para un edificio grande incluye un sistema completo para llevar registros. Debemos catalogar todos los equipos de los que seamos responsables. Los registros de

cada aparato deben contener la información que indicamos a continuación:

- Descripción completa del aparato
- Dibujos mecánicos, con los componentes debidamente numerados
- Instructivos en los que cada procedimiento se describe paso a paso

Todos los días recibirá unas "hojas de inspección" en las que se detallan los trabajos que debe hacer ese día. Estas hojas pueden referirse a tareas diarias, semanales, mensuales, semestrales o anuales de mantenimiento preventivo. La figura 64-6 muestra un ejemplo de una hoja de inspección para el mantenimiento preventivo mensual de una torre de enfriamiento.

Para usar esta forma, desempeñaría el servicio solicitado, y luego llenaría el espacio en blanco que se encuentra bajo "condición". Si el nivel del flotador fuera adecuado, escribiría simplemente "bien". Si necesitara un ajuste, podría escribir "ajustado".

Como técnico en refrigeración y aire acondicionado de un edificio de gran tamaño, también usaría un formulario de reparaciones. Es probable que el edificio tenga sólo una forma de reparaciones para todos sus sistemas. Fíjese en que hay una línea para usted, el técnico en REAC.

Cuando reciba esta forma, varias de sus partes ya estarán llenas. Los datos del aparato/equipo/sistema, número de inventario, número de orden, departamento, ubicación y fecha en que se expidió la orden ya estarán registrados. Por lo que se refiere al "trabajo solicitado", se marcará ya sea el recuadro de emergencia o el de rutina. Claro está que si se trata de una emergencia, la atenderá inmediatamente. Si se trata de una reparación de rutina, simplemente representa una descompostura que no está causando problemas por el momento.

Procure hacer la reparación el mismo día y tan pronto como se lo permita su trabajo. No postergue demasiado las reparaciones de rutina; pueden volverse emergencias o causarlas. Por ejemplo: se pueden dejar pasar una o dos horas para reemplazar una correa que está gastada Pero si se rompe, se producirá una emergencia.

También se habrán llenado los datos "Solicitado por" y "Autorizado por". En los recuadros de "Materiales" deberá usted indicar qué se necesitó para hacer el trabajo, aunque tal vez no anote los costos respectivos. Bajo "Horas" y junto a "REAC", indicará cuántas horas invirtió en hacer la reparación y el número de horas durante las que el aparato, equipo o sistema no funcionó o estuvo inutilizado a causa de la descompostura y la reparación.

NUMERO DEL ARTICULO	DESCRIPCIÓN DEL ARTICULO	REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS	CONDICIÓN
1	torre de enfriamiento	inspeccionar y ajustar el nivel del flotador	_____
2		inspeccionar y ajustar los cojinetes	_____
3		inspeccionar los cojinetes del motor	_____

Fig. 64-6. Muestra de un reporte de inspección.

ORDEN DE TRABAJO - REPARACIÓN DE MANTENIMIENTO							
Aparato/equipo/sistema		No. inventario		Orden No.			
Depto.		Ubicación	Fecha de expedición orden de trabajo				
Trabajo solicitado		Material			Gremio	Horas	
Emergencia	Rutina	Descripción		Costo		Hombre	Caído
					mecánico		
					electricista		
					aceitador		
					ajustador		
					REAC		
					total de horas		
					mano de obra		
Solicitado por:					materiales $		
Autorizado por:			Total		Total $		

Fig. 64-7. Cuando haga un trabajo de reparación o de mantenimiento correctivo, llenará esta forma.

Donde dice "trabajo hecho por", escribirá su nombre o sus iniciales. En el espacio de abajo pondrá la fecha. Y en el recuadro que dice "trabajo hecho efectivamente", detallará exactamente lo que haya hecho para lograr la reparación. Si el programa de mantenimiento preventivo se lleva a cabo con cuidado y atención, es probable que no habrá muchas reparaciones que hacer.

Cuando tratamos de los sistemas comerciales, discutimos la clase de mantenimiento requerido por las máquinas de hacer hielo. Vimos la clase de mantenimiento que necesitan los refrigeradores al tratar el mantenimiento preventivo en las casas. Multiplique el mantenimiento de las máquinas para hacer hielo por 38 máquinas, y el mantenimiento del refrigerador por 200 refrigeradores pequeños. Ahora, agregue la torre de enfriamiento y el mantenimiento de la refrigeración de la cocina sobre la que acaba de leer. Como usted sabe, el resto del sistema de energía total necesitará un programa completo. Tome en cuenta que ni

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones

1. En una torre de enfriamiento, el_____debe estar entre siete u ocho.
2. En un equipo para restaurantes, cada tres meses se debe cerrar la unidad de refrigeración y limpiar con aspiradora el_____enfriado por aire.
3. En un sistema para restaurantes, cada_____años se debe desarmar completamente el motor, limpiarlo y volverlo a armar.
4. Las hojas de_____detallan los trabajos que deben hacerse en tareas diarias, semanales, mensuales, semestrales o anuales de mantenimiento preventivo.
5. Si un programa de mantenimiento preventivo se lleva a cabo con cuidado y atención, es probable que_____haya muchas reparaciones que hacer.

Respuestas

1. pH 2. condensador 3. dos 4. inspección 5. no

siquiera hemos mencionado la circulación del aire. Ese sistema exigiría mantenimiento de los ventiladores de aire de entrada y escape. Tampoco hemos mencionado la limpieza del aire. Ese sistema necesitaría mantenimiento de filtros adhesivos y electrónicos. Sin embargo, nuestra intención no es presentarle un cuadro completo. Para hacerlo, se necesitaría todo un libro.

Esperamos haberle dado una idea bastante clara acerca de cómo sería su trabajo en caso de que fuera el técnico en refrigeración y aire acondicionado de un gran edificio. Por lo menos, habremos dejado claro que habría mucho trabajo que hacer. Puede ver ahora que sería sin duda un trabajo de tiempo completo. Hasta es posible que le parezca interesante.

El técnico en refrigeración industrial

En cierto modo, las plantas industriales son muy semejantes a los grandes edificios. Necesitan un ingeniero o un técnico que esté de guardia todo el tiempo. Entre los procesos de refrigeración industrial se cuentan la fabricación de hielo, la fabricación de helados y el procesamiento, empacado y almacenamiento de alimentos congelados. Difieren principalmente en que, por lo general, no hay tantos tipos de sistemas de refrigeración y aire acondicionado a los que dar mantenimiento.

En esta parte de la lección nos concentraremos en el procesamiento de alimentos congelados. También le daremos una lista de los errores más comunes cometidos por los técnicos en refrigeración y aire acondicionado de las industrias, con el fin de que pueda usted evitarlos.

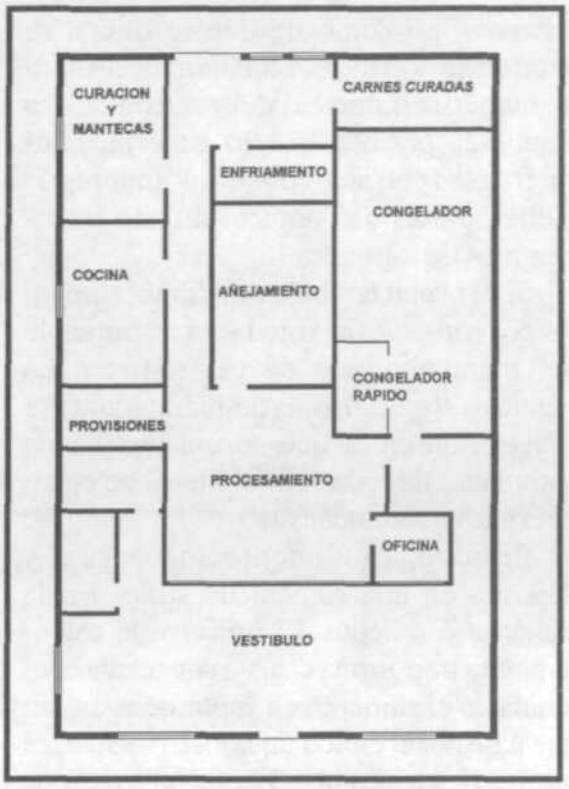


Fig. 64-8. Plano del piso de una planta congeladora.

Procesamiento de alimentos congelados

A nivel industrial, el congelamiento de alimentos lo realizan las plantas procesadoras y las plantas congeladoras. Las plantas procesadoras manejan un solo tipo de alimento. Se localizan en las regiones del país en las que se producen grandes cantidades de un determinado tipo de alimento. El pescado, por ejemplo, se procesa, empaca y congela en plantas localizadas a lo largo de las costas, y luego se envía al interior. La carne de res se procesa, empaca y congela en plantas ubicadas en los centros ganaderos del país. Las plantas congeladoras, en cambio, son más pequeñas. Procesan, empacan y congelan diversos productos.

Ya se imaginará la razón de que tales plantas necesiten contar con un técnico de guardia en todo momento. Ante todo, el objetivo principal es que nunca haya una descompostura. Si el sistema dejara de funcionar, los alimentos se echarían a perder. De manera que se necesita que en caso de una descompostura haya quien pueda repararla.

Los tipos de equipo que se utilizan en estas dos clases de plantas son muy distintos entre sí. Dependen del tipo de la planta, de su tamaño y localización y, muy en especial, de los alimentos que manejen. No obstante, ambas clases de plantas congelan los alimentos de manera similar.

La Figura 64-8 muestra una planta congeladora típica. En algún lugar del cuarto de anejamiento hay una lámpara de rayos ultravioleta. Su función es matar las bacterias. Los alimentos son congelados por un congelador rápido especial antes de ser almacenados en el congelador.

Sigamos al alimento en su recorrido por la planta. Primero lo inspeccionan, lo pesan y comprueban su pureza. Se determina si es apropiado para la congelación. Luego va al cuarto de procesamiento. Si es carne, la cortan; si se trata de aves, las limpian y preparan; las verduras se pelan. Luego, los diversos productos son empacados y enviados al congelador, donde son congelados rápidamente y almacenados.

Si usted fuera el técnico en refrigeración de una de esas plantas, una de sus funciones sería la de cerciorarse de que se mantenga alta la humedad en los cuartos donde se añejan y almacenan los alimentos. En los cuartos en que se almacena la carne, la humedad se debe conservar tan cercana a 100 por ciento como sea posible. Es necesario mantener la temperatura lo más cerca de 3.9 °C (39 °F) como sea posible. Esta temperatura proporciona la mejor humedad con un evaporador que no hace escarcha. Seguramente usted no querrá tener que usar su tiempo en descarchar evaporadores, pues tendría bastante que hacer.

Una de sus obligaciones será el darle

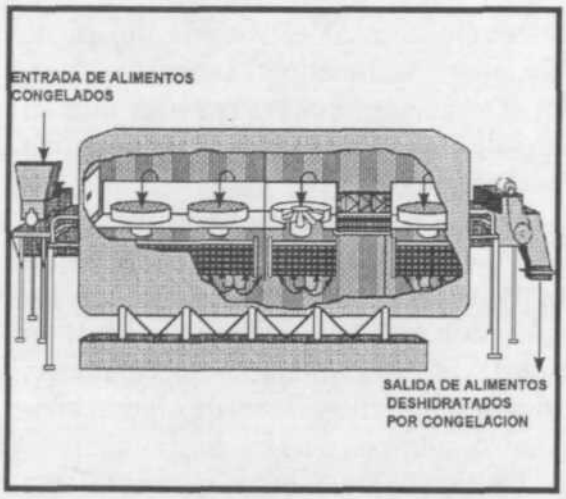


Fig. 64-9. A menudo, las plantas proccsadoras de alimentos, los deshidratan por congelación y también los congelan.

mantenimiento al congelador rápido. Los hay de diversos tipos, pero la finalidad de todos ellos es que la mayor cantidad posible de alimento quede expuesta a la temperatura más baja posible. En uno de esos congeladores se usa una banda de rodamiento. Una vez empacado, el alimento se pone en la banda y pasa por una cámara que está a temperatura muy baja. En otro, el alimento es apretado entre dos placas que tienen una temperatura baja. Luego, las placas reciben ráfagas de aire a baja temperatura o son rociadas con un líquido a baja temperatura. En otros de estos congeladores rápidos, el alimento ya empacado se sumerge en enfriador líquido. Es frecuente que en este método se utilice un sistema de banda sin fin. Es un método muy rápido y económico.

Si la planta en la que usted trabaja dispone de un cuarto de almacenamiento prolongado, éste será otra de sus responsabilidades. Será necesario que mantenga la temperatura del cuarto entre -17.8 °C (O °F) y -28.9 °C (-20 °F). Puede haber una variación de 18.9 °C a 19.4 °C, pero no mayor. Una variación mayor puede ser causa de que se altere el volumen del alimento, así como de que se dañen su apariencia y sabor. También necesitará mantener la humedad del cuarto tan alta como sea posible. Por lo general, tales cuartos son enfriados por evaporadores de fuelles, placas de contacto directo o serpentines de salmuera.

Si su planta también deshidrata alimentos por congelación, usted será responsable del mantenimiento de ese sistema. La Figura 64-9 muestra una deshidratadora por congelación en la que se usa una banda automática de rodamiento. Funciona como se explica a continuación.

Primero, el alimento se congela y deposita en una cámara de vacío. En la cámara, se calienta. El proceso de calentamiento transforma el agua congelada contenida en el alimento en vapor de agua, sin que pase por el estado líquido. El vacío hace que esto sea posible. Luego, el vapor se condensa en forma de escarcha en un evaporador instalado en la cámara de vacío.

Naturalmente, el mantenimiento que le dé a las máquinas que integran la planta de refrigeración industrial en la que trabaja, dependerá de la planta misma. Usted necesitará capacitación especial. El programa de mantenimiento y los reportes respectivos serán muy similares a los del técnico en refrigeración y aire acondicionado de un edificio grande.

Errores más comunes

En esta sección trataremos de los errores más comunes cometidos por los técnicos de refrigeración y aire acondicionado en las industrias. Casi todos ellos se aplican a cualquier técnico en REAC. Todos ellos son, propiamente, faltas en la realización del mantenimiento preventivo. De manera que, aunque usted no piense dedicarse al campo de la refrigeración industrial, le conviene prestar atención a este tema.

Usar aceite lubricante incorrecto. A la larga, el aceite incorrecto se descompone dentro del sistema. Cuando esto sucede, deja en el compresor depósitos de carbono o fango. El fango hace que las piezas del compresor se pongan pegajosas, lo que da por resultado que se queme. Si el aceite tiene un punto de fluidez muy alto, es posible que se acumule en el evaporador, con lo cual se reduce su eficiencia.

Usar aceite contaminado. Esto da por resultado que las piezas del compresor se rayen o se carbonicen. A su vez, produce fango y hace que el motor se queme.

Usar aceite de latas sucias. Esto provoca los mismos problemas que los dos errores anteriores. Por lo general, el error se debe a que el técnico usa una lata sucia para ponerle más aceite al compresor.

Olvidarse de limpiar los filtros **de aceite.** Esto también hace que se ensucie el aceite nuevo. Las impurezas que hay en los filtros se desprenden de ellos y se infiltran en todo el sistema.

Olvidarse de purgar. El aire y otros gases no condensables se introducen en todos los sistemas de refrigeración, incluso en aquellos a los que uno les da mantenimiento. Cuando no son purgados, el compresor tiene que trabajar demasiado y se gasta más pronto.

Arrancar el motor con la válvula de descarga cerrada. Si el motor no se desconecta, podría estallar.

Dejar que se acumule escarcha en el evaporador. Esto funciona como un aislante. Hace que disminuya la transferencia de calor, que disminuya la presión de succión, que aumente la relación de la compresión, que aumente la temperatura del gas de descarga,

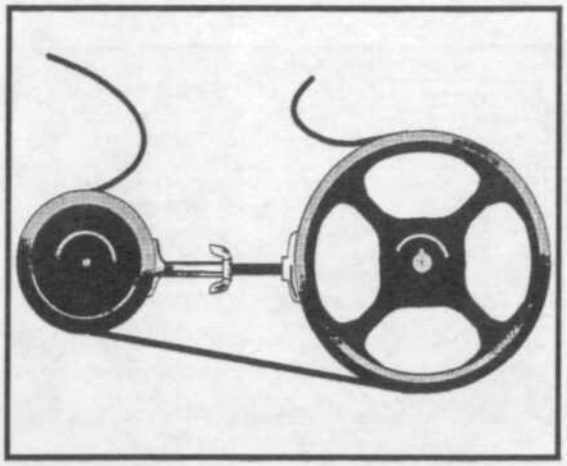


Fig. 64-10. Si se le olvida ajustan la tensión de la correa trapezoidal, a la larga se romperá.

que se prolongue el tiempo de funcionamiento, que aumente la posibilidad de que el aceite lubricante se descomponga y que aumente el desgaste.

No detectar ni reparar las fugas. Este error implica la posibilidad de un peligro para la seguridad, además de determinar una reducción de la eficiencia.

No ajustar la tensión de la banda trapezoidal. Si la banda está muy floja, puede derrapar cuando el motor arranca. Esto hace que la banda se queme y, a la larga, que se rompa. Si la banda está muy apretada, se rompe más pronto. También hace que se gasten más los cojinetes.

No revisar los motores. Si no se les da servicio a los motores del sistema, se sobrecalientan, por lo que se desgastan más aprisa. Tratándose del motor de un compresor, la falta de servicio puede dar por resultado que el motor se queme y que todo el sistema se contamine.

No limpiar los condensadores. La falta de limpieza de los condensadores causa varios problemas. Pero primero causa presiones delanteras más altas, las cuales hacen trabajar en exceso al compresor y a la torre de enfriamiento, si ésta se usa.

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo el término entre paréntesis que complete las siguientes afirmaciones.

1. A nivel industrial, el congelamiento de alimentos es realizado por las plantas procesadoras y las plantas (condensadoras, congeladoras).
2. En los cuartos fríos donde se almacena carne, es necesario mantener la temperatura lo más cerca de (3.9 °C, 39 °C).
3. En un cuarto frío de almacenamiento prolongado, la (humedad, congelación) se deberá mantener tan alta como sea posible.
4. El empleo de aceite de lubricación incorrecto deja en el compresor depósitos de (carbono, fango).
5. En un sistema, si la banda está muy floja, puede derrapar cuando el motor (arranca, enfría).

Respuestas

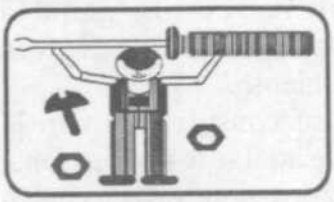
1. congeladoras 2. 3.9 °C 3. humedad 4. carbono 5. arranca

Resumen

En esta lección se ha estudiado el mantenimiento preventivo desde perspectivas distintas de las utilizadas en la lección anterior. Aquí se ha tratado el tema desde dos ángulos nuevos: el de los edificios grandes y el de las plantas industriales. En la primera categoría se puso como ejemplo el de un gran hotel, analizándose las ventajas del mantenimiento preventivo en este tipo de establecimientos.

También se pasó revista al sistema de energía total o de energía única, es decir el que utiliza una sola fuente de energía: por ejemplo, en el caso del gran hotel, la fuente de energía es gas combustible. Esto tiene dos ventajas: se compra el combustible más barato, porque se compra en gran volumen. También se hace un uso más completo del mismo, porque se utiliza toda la energía que produce. Se estudió además la finalidad y modo de cuidar de las torres de enfriamiento. A continuación se destacó, por su importancia, otro sistema grande al que dar mantenimiento: el equipo para restaurantes.

En la última parte de la lección se hacen resaltar las similaridades entre las plantas industriales y los grandes edificios desde el punto de vista del mantenimiento preventivo. Básicamente, la diferencia principal entre unos y otros es que las plantas industriales no tienen tantos tipos de sistemas como los edificios grandes. Después de pasar revista a las plantas procesadoras y congeladoras de alimentos, se indican los errores más comunes cometidos por los técnicos de refrigeración y aire acondicionado en el terreno industrial. ¡Siga estudiando! Cada vez se va usted acercando más y más al triunfo.



Tareas prácticas

Identificación del tipo de torre de enfriamiento

Materiales que usted necesitará

- Papel y lápiz
- La información de esta tarea

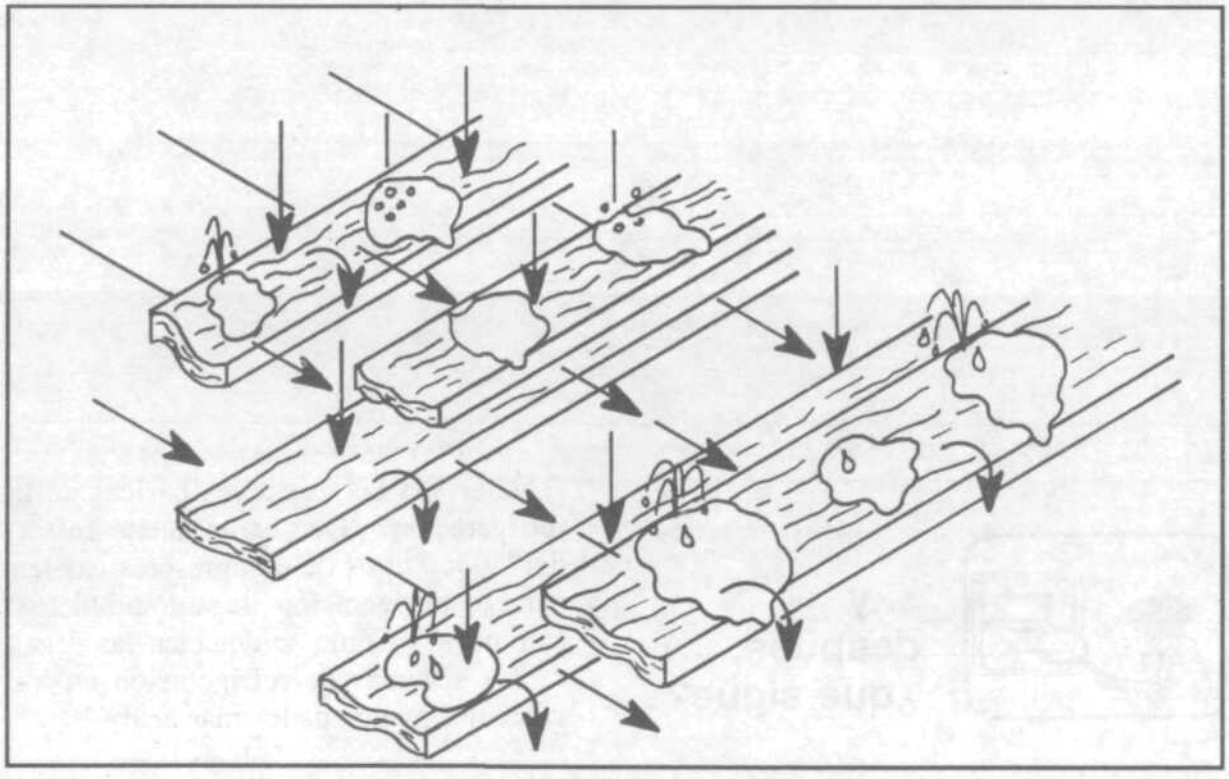
Información previa

Hay dos tipos de torres de enfriamiento: de tiro mecánico y de tiro natural. Una torre de tiro mecánico utiliza un ventilador para mover el aire a través de la torre, y el ventilador es parte integral de la torre. Una torre de tiro natural es aquella en la cual el movimiento del aire a través de la torre depende de las condiciones atmosféricas (viento).

Cuando el agua, al enfriarse, llega a las torres de enfriamiento de tiro mecánico, contiene calor que ha sido recogido en el condensador de la unidad de refrigeración o de aire acondicionado. Este calor, usualmente, es de cerca de 250 BTU/min/tonelada de refrigeración. El agua entra a la torre por el cabezal superior de distribución. Luego fluye a través de agujeros en el recipiente de distribución y dentro de la torre, llena de barras alternadas, las cuales retardan la caída del agua y la rompen en pequeñas gotas, como se muestra en la figura.

Mientras tanto, el aire pasa sobre cada gota y la evaporación resultante transfiere calor del agua tibia al aire. Finalmente, el agua que cae se enfría y se recolecta en el recipiente del fondo de la torre. Luego se bombea al condensador enfriado por agua para recoger más calor.

La torre de tiro natural depende de las toberas que rompen el agua. Esta torre no tiene relleno ni ventilador, y su tamaño, peso y requisitos de localización (en



comparación con los de las torres de tiro mecánico) han reducido su uso considerablemente.

Lo que usted deberá hacer

Identificará el tipo de torre de enfriamiento (de acuerdo al tiro) de un equipo de refrigeración que se encuentre cerca de su domicilio.

Procedimiento

1. Localice cerca de su domicilio una instalación de refrigeración o aire acondicionado de tipo industrial que tenga torre de enfriamiento.
2. Solicite permiso para observarla directamente.
3. Una vez que le sea otorgada la autorización, observe detenidamente la torre de enfriamiento.
4. Comparando su construcción con la información que aquí se le proporciona, determine si la torre tiene tiro mecánico o tiro natural.

Conclusiones

El conocimiento adecuado de los equipos que maneja un técnico de servicio de refrigeración y aire acondicionado le permitirá hacer su trabajo como es debido, con la consiguiente satisfacción de los clientes. La satisfacción de los clientes se suele traducir en ganancias para el técnico.

...y **después, ¿qué sigue?**

¿Cuáles son las tres leyes básicas de la refrigeración? ¿Qué es un aceite enfriador? ¿Qué tipos de compresores existen para la refrigeración de automóviles y camiones? ¿Cómo se detectan las fugas de los sistemas de refrigeración en los vehículos mencionados más arriba?

Examen

INSTRUCCIONES. Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso. Escoja una sola respuesta para cada pregunta. Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio y envíelo a la escuela.

1. El mantenimiento preventivo es el que se hace

a. durante un desperfecto.
b. después de presentarse un desperfecto.
c. para que se presente un desperfecto.
d. antes de que se presente un desperfecto.

2. El mantenimiento correctivo generalmente resulta

a. más barato.
b. más caro.
c. menos caro.
d. ni caro ni barato.

3. El bromuro de litio no es tan peligroso como el amoníaco, pero cuando queda expuesto al aire se vuelve

a. explosivo.
b. combustible.
c. corrosivo.
d. inflamable.

4. El tratamiento químico a una torre de enfriamiento se debe de dar cada

a. semana.
b. quincena.
c. mes.
d. trimestre.

Recorte aquí el talón de respuesta y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de lección L464

5. En un equipo de refrigeración para restaurantes, si el líquido refrigerante se ve claro al pasar por el tubo indicador, la carga del refrigerante está

a. sobrepasada.
b. disminuida.
c. completa.
d. con aceite.

6. Si el programa de mantenimiento se lleva a cabo en regla y con atención es probable que no haya que hacer muchas

a. conversiones.
b. reparaciones.
c. sustituciones.
d. inversiones.

7. Las plantas procesadoras de alimentos manejan

a. un solo tipo de alimento.
b. dos tipos de alimentos.
c. tres tipos de alimentos.
d. varios tipos de alimentos.

8. El mantenimiento que se les dé a las máquinas que integran una planta de refrigeración industrial dependerá de

a. el presupueto.
b. el programa de mantenimiento.
c. el tiempo con que se cuente.
d. la planta misma.

9. El uso de aceite contaminado da como resultado que las piezas del compresor se rayen o se

a. desgasten.
b. doblen.
c. carbonicen.
d. deformen.

10. Si no se da revisión continua al motor del compresor, puede resultar que éste se

a. queme.
b. desgaste.
c. atore.
d. desajuste.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

CONTENIDO

Introducción 3
1. Definiciones y descripciones 3
2. Seguridad 5
3. Tres leyes básicas de la refrigeración 6
4. Refrigerantes y aceites refrigerantes 8
5. Los componentes básicos 11
6. Sistemas de control de la temperatura 17
7. Controles del compresor 20
8. Tipos de compresores 22
9. Resumen 26
10. Tareas prácticas 27
11. Examen 29

Sistemas de aire acondicionado

L465 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Definiciones y descripciones, 3

Seguridad, 5

Tres leyes básicas de la refrigeración, 6

Refrigerantes y aceites refrigerantes, 8

Los componentes básicos, 11
- Compresor, 12
- Embrague magnético, 12
- Condensador, 13
- Receptor-secador, 13
- Válvula de expansión, 14
- Evaporador, 15
- Válvulas de estrangulación por succión, 15

Sistemas de control de la temperatura, 17
- Sistemas de control manual, 17
- Sistemas automáticos para el control de la temperatura, 18
  - Cadena de sensores, 19
  - Panel de control, 20
  - Transductor, 20
  - Servocontrol, 20

Controles del compresor, 20

Tipos de compresores, 22
- Delco Air Modelo A-6,23
- Delco Air Modelo A-4,23
- Sankyo Abacus, 24
- Tacumseh, 25
- York, 25

Resumen, 26

Tareas prácticas:
Conocimiento de un sistema de aire acondicionado automotriz, 27

Examen, 29

Introducción

En lugares donde el clima es muy cálido, los conductores desean tener automóviles o camiones con un sistema de aire acondicionado integrado. Esto hace mucho más cómodos sus desplazamientos diarios. No obstante, uno de los problemas con que se enfrentan es el no contar con un taller de servicio al cual acudir cuando el sistema de sus autos les falla. Esto se debe a que los técnicos en REAC que existen en su localidad piensan que los sistemas de aire acondicionado de automóviles y camiones son muy distintos de los sistemas domésticos. Piensan que un vehículo es excesivamente pequeño en comparación con una casa. Además, tanto los automóviles como los camiones carecen de un lugar en donde se pueda conectar un motor para impulsar un compresor. Por otro lado, ¿dónde se colocarían todas las piezas que integran un sistema de aire acondicionado de ventana? Así pues, deben de ser muy distintos estos sistemas de refrigeración de lo que son los otros tipos de sistemas. ¿No es así?

Resulta que no. De hecho, los sistemas de aire acondicionado de automóviles y camiones se asemejan mucho a los sistemas caseros y comerciales. A medida que usted vaya estudiando esta lección, podrá ir verificando la verdad de esta afirmación. Sin embargo, existen algunas diferencias. Las principales son estas cuatro:

- La forma en que las partes del sistema están combinadas.
- La manera en que el compresor es impulsado.
- La mayor rapidez de los cambios de temperatura en autos y camiones.
- La mayor complejidad del sistema de amortiguadores de control del aire en autos y camiones.

Todas estas diferencias se le harán muy claras conforme vaya avanzando en el estudio de la lección.

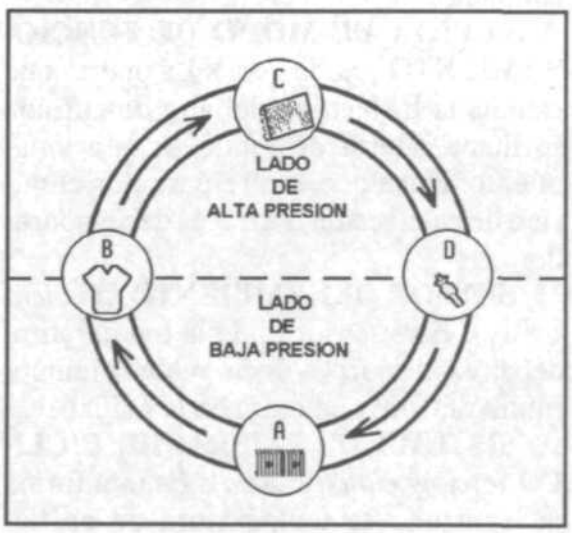


Fig. 65-1. Un diagrama del ciclo de enfriamiento.

Definiciones y descripciones

En esta lección y en la siguiente aprenderá algunos términos que se refieren a los sistemas de enfriamiento para automóviles y camiones. Es posible que usted ya conozca algunos, pero otros términos serán completamente nuevos. Como siempre, léalos con mucho cuidado. Al final de la lección

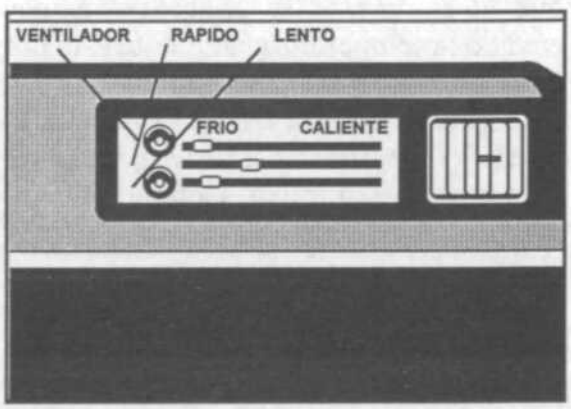


Fig. 65-2. El sistema de aire acondicionado del automóvil se parece mucho a los sistemas domésticos que hemos venido estudiando.

le parecerá que esos términos significan mucho más de lo que significan ahora. Por lo tanto, vuelva usted a leerlos cuando haya terminado la lección. Se sorprenderá al ver cuántos conocimientos ha adquirido.

ACUMULADOR *(accumulator).* Este dispositivo de almacenamiento recibe el refrigerante que viene del evaporador en forma de vapor y líquido.

CABEZAL DE CONTROL *(control head).* Es la unidad de control. Está formada por los controles que pueden ajustarse para controlar la forma en que funciona el sistema.

CONJUNTO DEL PLENO *(plenum assembly).* Este conjunto está formado por varias partes. Todo el aire entra al conjunto del pleno antes de dirigirse al calefactor o a la unidad de aire acondicionado. El pleno está formado por las distintas puertas que controlan el movimiento del aire.

EMBRAGUE *(clutch).* Es un tipo de dispositivo de acoplamiento. Controla la transferencia de movimiento de una pieza a otra.

FOSGENO *(phosgene).* Este gas venenoso se produce cuando un compuesto haluro refrigerante entra en contacto con una flama.

INTERRUPTOR DE AMBIENTE *(ambient switch).* Este interruptor impide que el compresor se ponga en marcha cuando la temperatura ambiente está por debajo de 32 grados Fahrenheit.

INTERRUPTOR DE SUPERCALENTAMIENTO *(superheat switch).* Es un interruptor de seguridad. Detiene el compresor cuando el sistema no contiene suficiente refrigerante.

LINEA DE DRENAJE DE ACEITE *(oil bleed Une).* Sólo algunos compresores tienen este conducto. Permite que el aceite regrese al compresor cuando éste funciona a alta velocidad con poca carga de refrigerante.

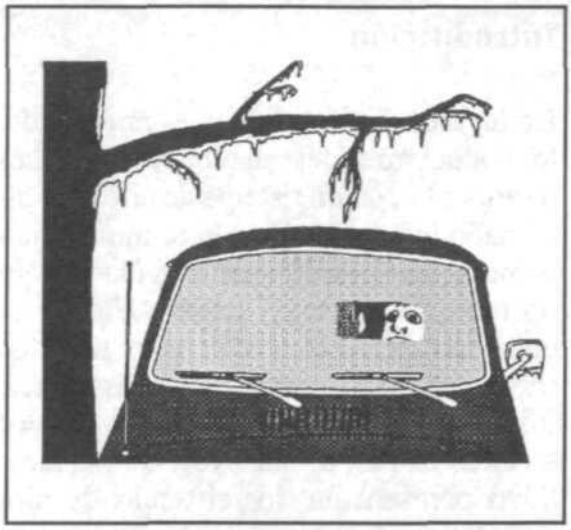


Fig. 65-3. A este conductor le convendría ajustar la puerta de descongelamiento que se encuentra en la cabeza de control de su automóvil.

PUERTA DEL AIRE EXTERIOR *(outside air door).* Esta puerta permite que el aire del exterior entre al pleno de distribución en todo momento, excepto cuando la cabeza de control se coloca en la posición indicada para hacer que recircule el aire.

PUERTA DEL DESCONGELADOR *(defrost door).* Esta puerta controla la cantidad de aire que puede dirigirse hacia el parabrisas para descongelarlo. La puerta puede obstruir el paso del aire. Puede estar parcialmente abierta o abrirse por completo.

PUERTA DE MODO DE FUNCIONAMIENTO *(mode door).* La puerta que cambia la trayectoria del aire de entrada se llama puerta de modo de funcionamiento. Hace que el aire pase por el núcleo de calefacción o a través del evaporador.

SENSOR DEL AMBIENTE *(ambient sensor).* Este sensor mide la temperatura del aire exterior. Es decir, mide la temperatura del aire que entra en la unidad.

SISTEMA DE EMBRAGUE CÍCLICO *(cycling clutch system).* Es una forma de controlar la temperatura de enfriamiento. Hace que el embrague del com-

presor se acople y se desacople en forma cíclica.

TEMPERATURA AMBIENTE *(ambient temperature).* Esta ya la conoce usted. Es la temperatura del aire antes de que sea calentado o enfriado con algún sistema. Se le conoce también como la temperatura de la habitación. Es la temperatura del aire que se encuentra en ese lugar.

VÁLVULA DE ADMISIÓN DE AIRE *(air inlet valve).* Es una puerta la cual permite que el aire del exterior o del interior entre en el conjunto del pleno de distribución.

VÁLVULA MEZCLADORA DE AIRE *(air mix valve).* Se le llama algunas veces puerta de mezclado. Abre conductos para mezclar aire caliente y frío hasta obtener la temperatura deseada. Casi siempre se controla automáticamente.

VÁLVULA DE SALIDA DEL AIRE *(airoutlet valve).* Esta puerta dirige el aire ya sea hacia el núcleo del calefactor o a través del evaporador.

Seguridad

Hay muchas reglas de seguridad que conviene recordar cuando se está trabajando en sistemas de refrigeración de automóviles y camiones. Algo que siempre se debe tener presente es que el motor esté en marcha. Se necesita que esté en marcha para hacer varias de las pruebas necesarias para el servicio adecuado del sistema. Tenga cuidado con los gases del escape, las bandas en movimiento, los cortocircuitos y otros posibles peligros del motor.

Recuerde también que debe tener cuidado al manejar el refrigerante. El R-12 es el refrigerante que más se utiliza en los sistemas de refrigeración de los automóviles y camiones. Es muy seguro, pero si no se tiene cuidado al usarlo puede resultar una amenaza. En una sección posterior de esta misma lección veremos algo más acerca del R-12.

A continuación se presenta una lista de reglas de seguridad, junto con algunas explicaciones al respecto. Apréndase estas reglas y cúmplalas. Un buen técnico es alguien que siempre trabaja de acuerdo con las reglas de seguridad.

Use guantes y anteojos de seguridad. Si el refrigerante líquido toca su piel, la congelará. El refrigerante hierve y se evapora con gran rapidez. Esto hace que la parte que toque se congele. El daño se puede tratar, pero es más difícil hacerlo cuando el refrigerante cae en los ojos. Esto puede ser causa de graves daños para los ojos, incluso de una ceguera. Si le cae refrigerante en los ojos, láveselos inmediatamente y consulte a un doctor sin pérdida de tiempo.

Siempre que necesite descargar refrigerante, hágalo despacio y en el lugar apropiado. Si lo descarga en el sistema demasiado rápidamente, una parte del aceite refrigerante será expulsada del compresor. La consecuencia será que el compresor se dañe. Cuando el refrigerante es liberado en el aire, se expande en él

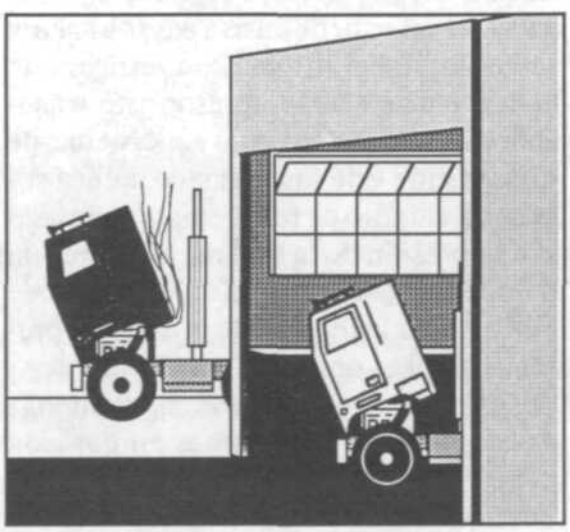


Fig. 65-4. Siempre que trabaje, hágalo en un lugar bien ventilado.

velozmente ya que desplaza al aire. De manera que si uno se encuentra en un cuarto pequeño y cerrado y libera refrigerante en forma indebida, se puede sofocar. ¿Cuáles son las formas indebidas? Una es descargar el refrigerante por un colector de escape. Esto no debe faltar en un taller. Otra podría ser arrojarlo por la ventana, pero antes, hay que asegurarse de que no haya ninguna flama en el lugar. Siempre que trabaje con refrigerante mantenga el aire en movimiento.

No deje que se caliente el recipiente del refrigerante. Una temperatura de 52 °C (unos 125 °F), o superior puede hacer que estalle el cilindro. Cuando esto sucede, los daños pueden ser considerables. El cilindro metálico puede causar daño, y el refrigerante puede caerle en la piel y en los ojos. También puede suceder que el refrigerante entre en contacto con la fuente de calor y que produzca un gas venenoso llamado fosgeno. Nunca caliente un cilindro de refrigerante ni queme latas vacías. Procure que no haya ninguna fuente de calor cerca de un sistema de refrigeración. Nunca suelde ni use un soplete cerca de él, ni limpie con vapor, ni use excesivo calor. Tenga mucho cuidado con las flamas, del tipo que sean, y esto incluye el detector de fugas a base de haluro.

No cargue el sistema con refrigerante líquido cuando el compresor esté trabajando. De hecho, cuando un sistema de refrigeración esté funcionando, nunca conecte un cilindro de refrigerante en el lado de alta presión de la unidad. Si la presión es superior a 170 psi, el cilindro puede estallar. En el lado de alta presión, la presión normal es entre 250 y 270 psi.

Cuando cargue el sistema, mantenga los cilindros de refrigerante en posición vertical. Si el cilindro está acostado o de cabeza, el refrigerante líquido puede penetrar en la unidad. Y si se introduce en el compresor, lo puede dañar.

No doble ni tuerza las líneas del sistema de refrigeración. A veces los técnicos de servicio poco cuidadosos doblan o tuercen las líneas metálicas cuando le dan servicio a un sistema. Esto puede ser causa de que las líneas se resquebrajen o se rompan, así como de que las conexiones se aflojen. El resultado es una pérdida de refrigerante, lo que, a su vez, puede causar perjuicios o daños. No sea usted un técnico descuidado. Cuando le dé servicio a un sistema procure no doblar ni torcer las líneas metálicas.

Tres leyes básicas de la refrigeración

Las tres leyes básicas de la refrigeración lo ayudarán a comprender porqué funcionan los sistemas de refrigeración. Ya hemos tratado sobre estas leyes con anterioridad. Usted ya las conoce. Pero vamos a exponerlas y revisarlas otra vez.

LEYN[3]*!*. El calor se desplaza siempre de una sustancia más caliente a una sustancia más fría.

El calor es una forma de energía. Para calentar agua, le añadimos calor. Para enfriarla, le quitamos calor. ¿Cómo? Bueno, una manera consiste en añadirle cubos de hielo. Pero recuerde que los cubos de hielo no le transfieren frío al agua, sino que absorben su calor hasta que se derriten.

Calentamos aire añadiéndole calor. Producimos un efecto de calefacción. Para enfriar aire, no le añadimos frío, sino que le quitamos calor. Cuando le quitamos calor, producimos un efecto de enfriamiento. Para medir los efectos de calefacción y enfriamiento, usamos los BTU. Las letras BTU son las iniciales de British Thermal Unit, o Unidad Británica de Calor. La cantidad de calor necesaria para aumentar en un grado Fahrenheit (0.56 grados centí-

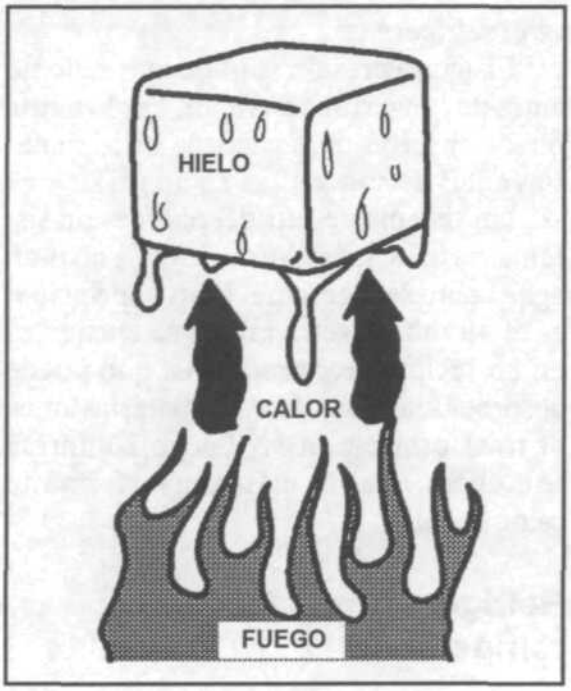


Fig. 65-5. El calor se desplaza siempre de una sustancia más caliente a una sustancia más fría.

grados) la temperatura de una libra de agua es un BTU. El agua se ha tomado como la norma de los BTU. Puede conservar mucho calor antes de cambiar de estado. La materia existe en tres estados distintos: sólido, líquido o gaseoso. El cambio de estado ocurre cuando la materia cambia de un estado a otro cualquiera.

LEY N^e 2. Cuando un fluido hierve y se transforma de líquido en gas, absorbe calor sin aumentar la temperatura del gas resultante. Cuando un gas se condensa y se cambia en un líquido, cede calor sin reducir la temperatura del líquido resultante.

El calor arriba descrito se llama calor latente (oculto). El calor latente es el calor añadido o quitado a una sustancia que ocasiona un cambio de estado sin causar un cambio de temperatura. En un determinado punto, el calor que se le añade al agua no cambia su temperatura. En vez de ello, cambia el estado del agua. Lo cambia de líquido en vapor o gas. A partir de cierto punto, el calor que se le quita al

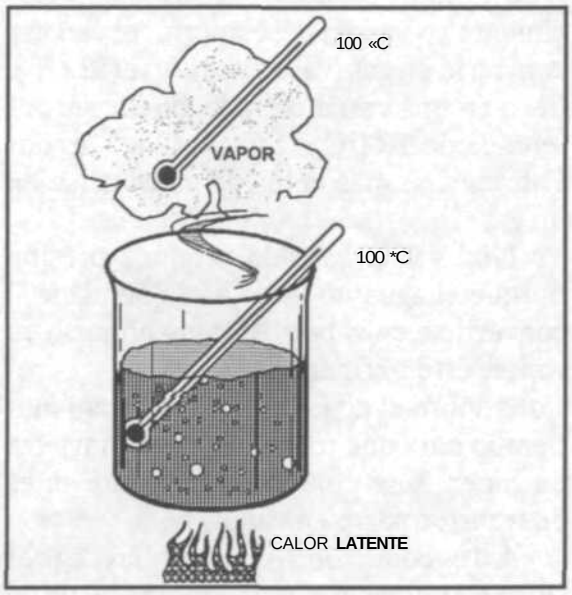


Fig. 65-6. Calor latente en actividad.

agua no cambia su temperatura, sino que transforma el estado líquido del agua en hielo (sólido). Siempre que una sustancia cambia el estado de su materia, interviene el calor latente. El calor parece estar "oculto" porque no puede ser medido por el termómetro.

LEY N^e 3. La temperatura a la que un líquido se evapora o a la que un gas se condensa depende de la presión ejercida sobre el líquido o el gas.

La atmósfera, o aire, que rodea la tierra hace presión sobre ella. La presión atmosférica varía según las distintas alturas. La presión del aire es menor en el monte Everest que en el mar Muerto. La temperatura a la cual hierve el agua es ligeramente distinta en cada uno de esos sitios.

El efecto de la presión es esencial para las bases de la refrigeración. A altas temperaturas, el líquido puede evaporizarse o volverse un gas. A bajas temperaturas, un gas puede condensarse o volverse un líquido. La temperatura a la que el líquido se transforma en gas o el gas se transforma en líquido, depende de la presión. En un re-

cipiente (o vasija) descubierto, el agua se convierte en gas (vapor) a 100 °C (212 °F). Pero en una vasija cerrada, puede ser calentada de 1.11°C a 1.67 °C (2 a 3 grados Fahrenheit) más antes de convertirse en un gas.

Una vasija cerrada produce presión porque el agua no tiene hacia donde ir al convertirse en vapor. Al transformarse en vapor, éste permanece en la vasija y presiona sobre el agua restante. Tomará más tiempo para que toda el agua se convierta en vapor. Y se pondrá más caliente antes de transformarse en vapor.

Así es como funcionan las ollas de presión. En ellas, una pequeña cantidad de agua cocina un buen volumen de alimentos con gran rapidez. Del mismo modo funcionan las tapas de los radiadores de los sistemas de enfriamiento de los motores. Hacen presión en el sistema, por lo cual aumenta la temperatura a la que hierve el refrigerante.

El agua a presión se pone más caliente antes de convertirse en vapor. Por lo tanto, puede absorber más calor de otras materias antes de convertirse en un gas.

Un sistema de refrigeración es un sistema cerrado. La mayoría de ellos no usan agua como refrigerante. Pero el principio es el mismo. El refrigerante se encuentra en un recipiente cerrado. Así que puede absorber más calor de otras materias antes de transformarse en gas. Luego, conforme se evapora, absorbe más calor en forma de calor latente.

Refrigerantes y aceites refrigerantes

El refrigerante que se utiliza en los sistemas de refrigeración tanto de automóviles como de camiones es el Refrigerante 12, comúnmente conocido como R-12. Tam-

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifique el término elegido.

1. El refrigerante que más se utiliza en los sistemas de refrigeración de los automóviles y camiones. _____
2. Forma o manifestación de energía. _____

pero que cambia el estado de la materia de una _____

peroquecambiaelestadodelamateriadeunasustancia.c.vapor4.Cantidaddecalorquehayqueañadirauna

de agua para aumentar su temperatura en grado _____
Fahrenheit.

5. Forma o estado que toma un líquido (o refrigerante) a altas temperaturas. _____

a. calor
b. _____ Latente
lor
tente
e. BTU

Respuestas

1. d, 2. a, 3. b, 4. e, 5. c.

Punto de ebullición	-21.70
Valor calor latente	71.04
Peso molecular	120.90
Código color tambor enfriador	blanco

TIPOS DE COMPRESORES
- recíproco
- centrífugo
- rotatorio

TIPOS DE SISTEMAS
- Sistemas grandes de acondicionamiento de aire y refrigeración.
- Refrigeradores caseros pequeños.
- Congeladores pequeños.
- Enfriadores de agua.
- Acondicionadores de aire de cuarto y de ventana.
- Acondicionadores de aire para automóviles.

Fig. 65-7. Información básica acerca del Refrigerante 12.

bien se llama Freón y Freón-12, aunque estos nombres son marcas comerciales. Se aplican únicamente al producto hecho por DuPont.

El nombre químico del R-12 es diclorodifluorometano. Su fórmula es $CC12F2$. El R-12 es un flurorocarbono. Puesto que contiene cloro y flúor, es un refrigerante de halógeno o haluro.

A continuación se enumeran las cualidades que hacen del R-12 un producto ideal para uso en automóviles y camiones:

- Su alto factor de seguridad.
- Que puede soportar altas presiones sin descomponerse.
- Que puede soportar altas temperaturas sin descomponerse.
- Que no reacciona a los metales a menos que esté expuesto a la humedad.
- Que es soluble en aceite.
- Que no reacciona con el hule.

Los refrigerantes de haluro son los más seguros de los refrigerantes y el R-12 es el más seguro de los haluros. No quema los ojos ni irrita la piel. Es estable. No es venenoso y no quema.

A la temperatura ambiente, el R-12 es un gas. Por lo tanto, a bajas temperaturas se convierte en gas. Bajo una pequeña cantidad de presión se convierte en líquido. Estas características lo hacen un buen refrigerante.

El R-12 no corroe los metales. En agua, es apenas ligeramente soluble. De hecho, sólo puede contener seis partes de agua por millón de partes de R-12. Esta es una gran ventaja del R-12, pues significa que en los sistemas en que se utiliza se forma muy poco ácido, o ninguno.

En estado líquido, el R-12 disuelve cualquier cantidad de aceite refrigerante. Y cuando el R-12 se encuentra en estado gaseoso, el aceite refrigerante lo absorbe. Esta es otra gran ventaja. Significa que no queda ninguna capa de aceite en el evaporador. La capa de aceite impide una vaporización apropiada.

El R-12 es muy útil en los sistemas de refrigeración de automóviles y camiones, porque en ellos se utilizan mangueras de hule. Y el R-12 tiene la ventaja de que no reacciona con el hule.

Cuando hay una gran cantidad de R-12 en el aire, se percibe un tenue olor dulzón. Sin embargo, no se puede depender de esto para localizar las fugas. Siempre se debe usar un detector de fugas.

El aceite refrigerante se usa en los sistemas de refrigeración por dos razones. Una es que lubrica el compresor y el motor de éste. Otra, que enfría el compresor.

El aceite refrigerante se calienta hasta temperaturas extremas. Por lo tanto, debe

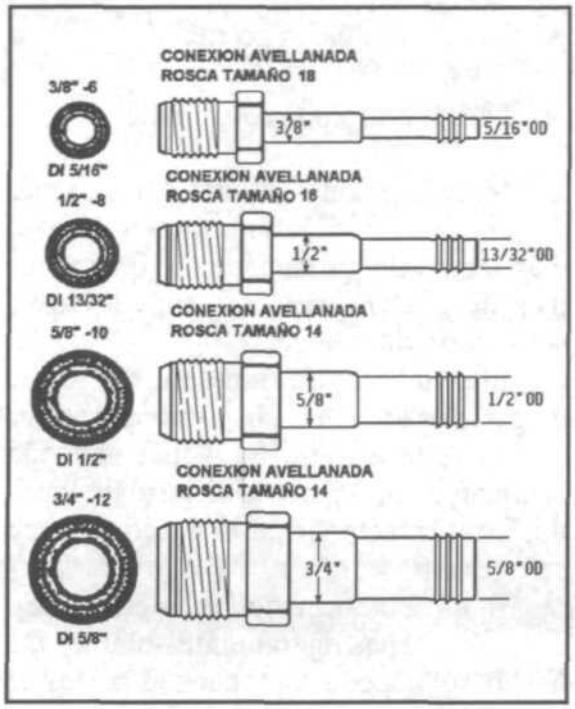


Fig. 65-8. *Los,* cuatro tamaños más comunes de mangueras de refrigeración.

ser capaz de soportar estas temperaturas. Asimismo, el aceite del sistema refrigerante se enfría hasta temperaturas bajas. También debe ser capaz de soportar esto. No debe causar daños al equipo, y debe conservarse fluido en todo el sistema.

Como es fácil apreciar, el aceite refrigerante debe ser de una clase especial. Antes que nada, es un aceite deshidratado, lo que quiere decir que se le ha quitado toda el agua posible. En un sistema de refrigeración, ninguna sustancia causa tanto daño como el agua.

Las cualidades de un buen aceite refrigerante son las siguientes:

- Buena miscibilidad
- Baja viscosidad
- Bajo contenido de cera
- Estabilidad térmica
- Bajo punto de congelación

Como usted recordará, "miscible" es un término que se refiere a qué tan bien se mezclan el refrigerante y el aceite. Algunos refrigerantes se mezclan bien con el aceite. Son miscibles. Tanto en su estado gaseoso como en su estado líquido, el R-12 se mezcla bien con el aceite refrigerante. Esto es una ventaja. Significa que las partes que necesitan aceite, lo tendrán. De esta manera, se protege el compresor. Y significa que el evaporador no se recubrirá de aceite.

Conforme la temperatura vaporizadora disminuye, es más probable que el aceite se separe del gas refrigerante. Cuando la temperatura vaporizadora disminuye, se produce otro efecto. La viscosidad del aceite aumenta. "Viscosidad" es la capacidad que tiene un fluido de resistir el flujo o el cambio de forma. De manera que, al disminuir la temperatura, el aceite tiende a dejar de fluir. Es necesario que el aceite tenga baja viscosidad. Esto significa que

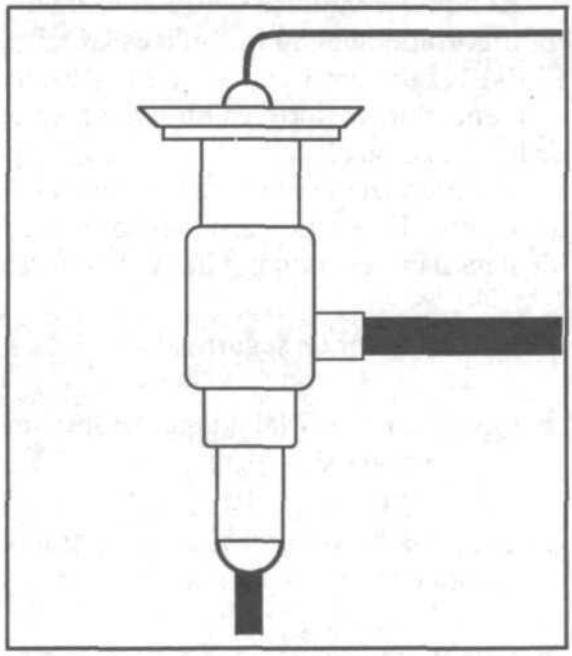


Fig. 65-9. Si el aceite enfriador tuviera cera, podría obstruir esta típica válvula de expansión termostática.

debe fluir incluso en las partes más frías del sistema. Debe lubricar hasta en las partes más calientes. La alta miscibilidad del R-12 ayuda a reducir los problemas de la viscosidad. Lo más frecuente es que en los sistemas de los automóviles se use aceite con un índice de viscosidad 500.

Todos los aceites contienen una cierta cantidad de cera. Pero los buenos aceites refrigerantes tienen un bajo contenido de éstos. Si la cera se separa del aceite, puede causar problemas. Puede obstruir las válvulas o los dispositivos de control de flujo. Cuanto menos cera haya en el aceite, menor es la posibilidad de que se presenten dichos problemas.

El aceite refrigerante se debe mantener estable independientemente de los cambios de temperatura. Esta propiedad se conoce como estabilidad térmica. El aceite no debe formar depósitos duros de carbón en los puntos calientes del sistema. Por ejemplo: las válvulas del compresor son puntos calientes. Los depósitos de carbón podrían obstruirlas.

El aceite se debe mantener en estado fluido, y permanecer así incluso en las partes más frías del sistema. Esta propiedad se llama bajo punto de congelación.

Como técnico en servicio, necesita poder reconocer cuándo está sucio el aceite. El aceite que se le saque al sistema debe estar limpio. Si está descolorido, quiere decir que es impuro. En tal caso, será necesario reemplazarlo. Use siempre el aceite recomendado por el fabricante. El aceite refrigerante siempre debe estar en un recipiente bien sellado. Si queda expuesto al aire, absorbe humedad.

Los componentes básicos

El típico sistema de refrigeración utilizado en los automóviles y camiones se compone de las piezas enumeradas a continuación:

- Compresor
- Embrague magnético
- Condensador
- Receptor-secador
- Válvula de expansión
- Evaporador

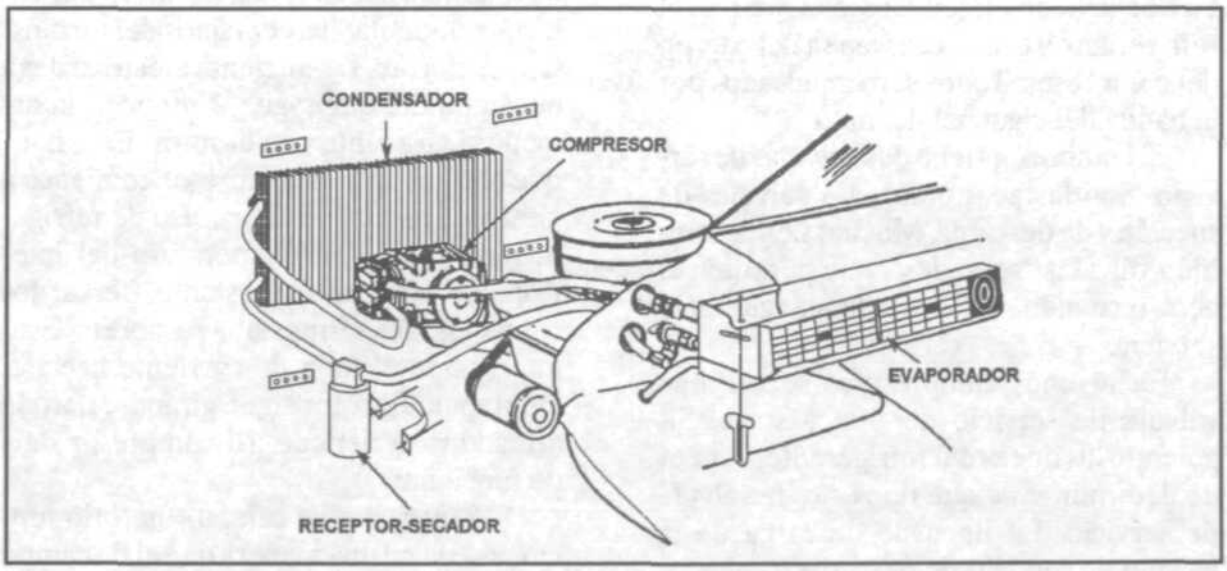


Fig. 65-10. Un típico sistema de aire acondicionado para automóviles.

• Válvula de estrangulación por succión

Estos son los componentes básicos de un sistema típico de refrigeración. Algunos sistemas tienen otras piezas complementarias. Usted conoce muchas de estas piezas, pero algunas son nuevas. Así que vamos a analizarlas una por una. Conforme lo hagamos, consulte la Figura 65-10.

Compresor

El compresor del sistema de enfriamiento de un auto o camión, tiene dos funciones: (1) producir una presión alta, de manera que el gas enfriador se condense más rápidamente en el condensador, y (2) producir una diferencia de presión en el sistema, de manera que el enfriador fluya a través de él.

Lo más frecuente es que en las unidades de refrigeración de automóviles y camiones se utilicen compresores de tipos recíproco, aunque también se utilicen de otros tipos. Los compresores recíprocos son de tres clases: de dos cilindros, cinco cilindros y seis cilindros. En una sección posterior veremos en detalle los diversos tipos de compresores.

Estos compresores son de tipo abierto. La flecha tiene un sello, para evitar que el refrigerante y el aceite escapen del cuerpo del compresor. Todos son impulsados por la banda del cigüeñal del motor.

El compresor tiene dos válvulas de servicio. Son las acostumbradas válvulas de succión y de descarga. Muchas tienen también válvulas "schrader", que permiten el acceso cuando se conecta la manguera de servicio.

En algunos compresores se usa una válvula de servicio de tipo vastago. Siguiendo las líneas del refrigerante, se puede determinar de qué tipo es cada válvula de servicio. La línea de descarga de la válvula de servicio de descarga va al condensador, mientras que la línea de succión

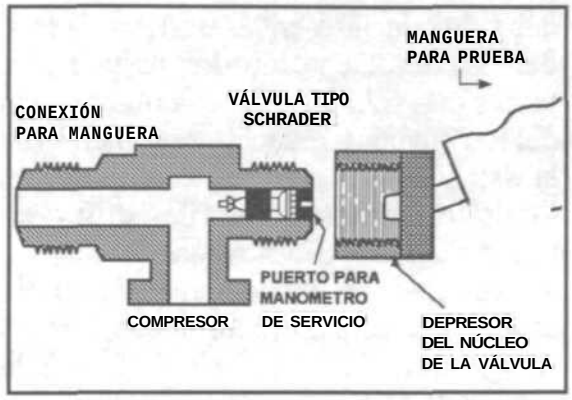


Fig. 65-11. Las válvulas tipo Schrader funcionan de manera muy parecida a como lo hacen las válvulas de vastago de las llantas de su automóvil.

de la válvula de servicio de succión viene del evaporador.

Embrague magnético

La función del embrague magnético es engranar y desengranar el compresor. Lo controla un termostato que se localiza en el interior del auto o camión. Hay dos tipos principales de embragues magnéticos: el tipo de campo estacionario y el tipo de campo rotatorio.

El tipo preferido es el de campo estacionario porque tiene pocas piezas. Cuando el campo del embrague no recibe corriente eléctrica, el rotor gira libremente en la armadura. Si la temperatura del vehículo aumenta, los contactos del termostato se cierran. La corriente eléctrica llega al campo del embrague. Entonces, la armadura gira junto con el rotor. Esto hace que el cigüeñal del compresor comience a girar y que se inicie el proceso de refrigeración. Cuando la temperatura del interior del vehículo es bastante fresca, los contactos del termostato se abren. Esto interrumpe el flujo de corriente hacia el embrague. El rotor sigue girando, pero la armadura se detiene. El compresor deja de funcionar.

El embrague de campo rotatorio funciona de la misma manera que el de campo estacionario. Se diferencia solamente en

la colocación del campo eléctrico y en el número de piezas de que se compone.

Condensador

La función del condensador es la que siempre tiene en un sistema de refrigeración. Es la de recibir el gas refrigerante caliente que llega del compresor. Luego lo enfría desplazando el calor hacia el aire exterior. Mediante este proceso de enfriamiento, el gas se condensa y se hace líquido.

En los sistemas de automóviles y camiones, lo más común es que el condensador vaya montado enfrente del radiador. Hay dos maneras de forzar el aire a través del condensador. Una es impulsarlo a través del condensador por medio del ventilador del radiador. La otra es forzarlo a través del condensador mientras el vehículo está en movimiento. Si éste es el método que se utiliza, se le llama "aire de pisón".

Siempre que se le dé servicio al sistema de un automóvil o camión se debe limpiar el condensador. Hay que asegurarse de que tenga un buen flujo de aire. Si el condensador está sucio, no puede trabajar correctamente. Tampoco puede hacerlo cuando se ha deslizado fuera de su lugar apropiado. Si el ventilador del radiador es el que enfría al condensador, revise las bandas. Deben estar tensas.

Receptor-secador

La principal función del receptor-secador consiste en almacenar refrigerante hasta que el sistema lo necesite, lo cual siempre sucede. Como los sistemas de los automóviles y camiones están más abiertos que otros tipos de sistemas, es frecuente que tengan más fugas. Además, las demandas que se le hacen al sistema son muy variadas. Por ejemplo: un día en que la temperatura es de 46 °C (unos 115 °F), la demanda es muy distinta de la que se le hace cuando es de 30 °C (86 °C).

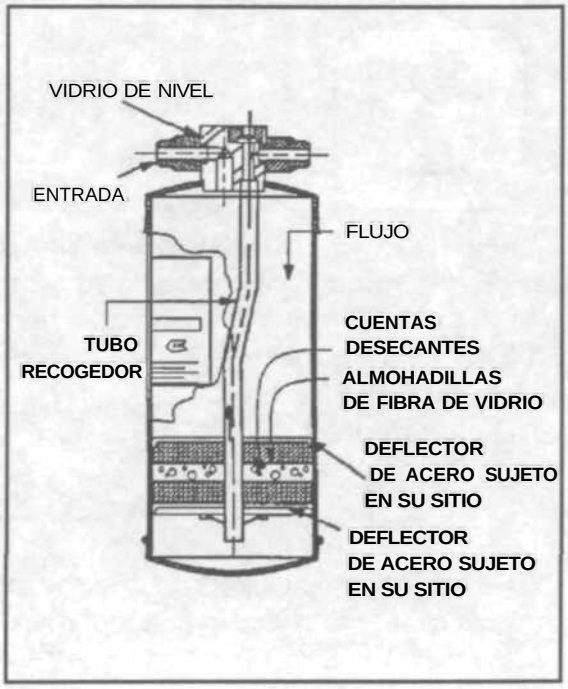


Fig. 65-12. Vista transversal **de un** receptor-secador.

Una segunda función de esta pieza consiste en almacenar el secador que luego eliminará la humedad y el ácido del sistema. Es el único sitio de los sistemas de automóviles y camiones en el que se puede añadir un secador. Este contiene un desecante. Podría estar hecho, por ejemplo, de sílice gelatinosa o de un cedazo molecular. En una de las lecciones anteriores tratamos sobre estos materiales.

Después de que el secador absorbe toda la humedad que puede absorber, la humedad y el ácido se introducen en el sistema de refrigeración, por lo que el compresor se daña. De manera que cada vez que abra un sistema para repararlo o darle servicio, reemplace el receptor-secador.

El receptor-secador cuenta también con un filtro de malla que filtra todas las materias extrañas. Cuando la malla detiene suficientes materias extrañas, el flujo del refrigerante se reduce. Entonces, el efecto de enfriamiento en el interior del auto o camión también se reduce.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término quefaltapara completar las siguientes afirmaciones.

1. Para la refrigeración automotriz, el aceite refrigerante es_____, lo que quiere decir que se le ha quitado toda el agua posible.
2. Todos los aceites refrigerantes contienen una cierta cantidad de cera. Pero los buenos aceites refrigerantes tienen un_____contenido de cera.
3. Los compresores de los sistemas de refrigeración automotriz son del tipo _____.
4. Siempre que se le dé servicio al sistema de un auto o de un camión se debe limpiar el _____.
5. Después de que el secador absorbe toda la humedad que puede absorber, la humedad y el ácido se introducen en el sistema de refrigeración, por lo que el_____ se daña.

Respuestas

1. deshidratado. 2. bajo. 3. abierto. 4. condensador. 5. compresor.

Los receptores-secadores tienen un vidrio de nivel que ayuda a darle servicio al sistema. Al técnico competente, una revisión por medio de este vidrio le revela muchas cosas sobre el sistema.

Cuando el vidrio de nivel muestra el paso de una corriente estable de refrigerante, quiere decir que todo está bien. Lo único que tal vez no estuviera bien sería una sobrecarga. Si las lecturas del manómetro son más altas que de costumbre, es señal de que hay una sobrecarga.

Si al hacer la revisión por el vidrio de nivel se ve espuma o una corriente uniforme de burbujas, quiere decir que le falta refrigerante al sistema. Si se ven manchas de aceite, se le ha acabado totalmente el refrigerante.

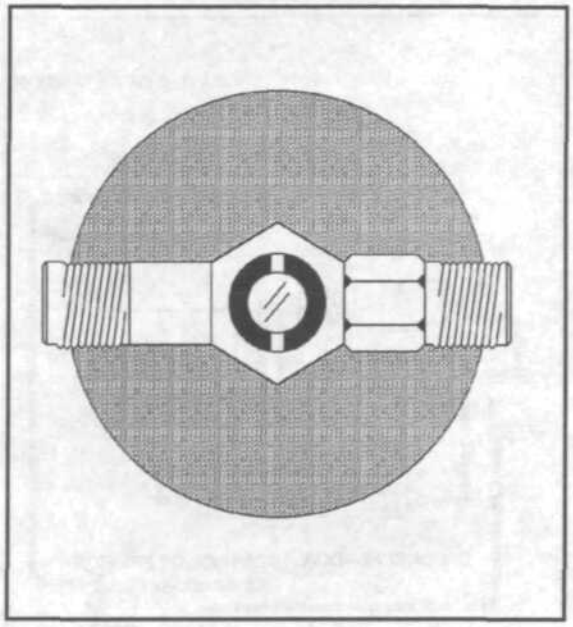
Cuando se ven burbujas sólo de vez en cuando, es debido a alguno de estos dos problemas: (1) el sistema pudiera estar un poco escaso de refrigerante, o (2) el desecante se ha saturado de humedad y ácido, y está dejando que la humedad se introduzca en el sistema. Es necesario reemplazar el receptor-secador.

Si el vidrio de nivel aparece nublado, es señal de que el desecante se está descomponiendo y que está circulando por todo el sistema.

Como puede ver, el vidrio de nivel del receptor-secador podrá serle de gran ayuda a usted, si decide trabajar como técnico en sistemas de refrigeración de automóviles y camiones.

Válvula de expansión

Entre los dispositivos para el control del flujo que se utilizan en los sistemas de refrigeración de automóviles y camiones, el más común es la válvula termostática de expansión. La válvula de expansión tiene una doble función. La primera es reducir el refrigerante líquido a alta presión para convertirlo en refrigerante líquido a baja presión. La segunda es dosificar la canti-



Fíg. 65-13. Vidrio de nivel del receptor-secador.

dad de refrigerante que fluye hasta el evaporador.

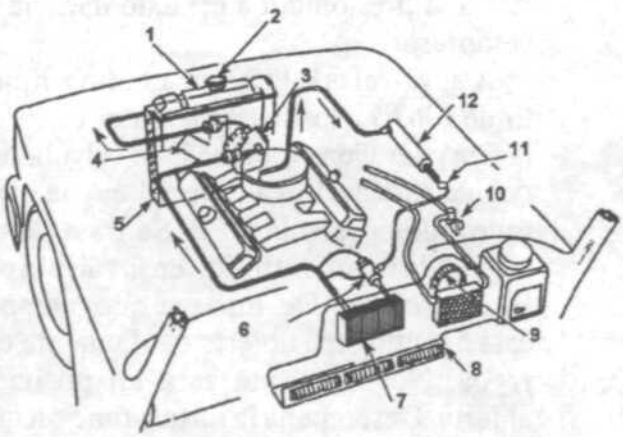
La válvula es controlada por un bulbo sensor, que se encuentra en la salida del evaporador. La carga del interior del bulbo se expande y contrae de acuerdo con la temperatura existente en la salida del evaporador. Estos movimientos hacen que la válvula se abra y se cierre según las necesidades de refrigerante que tenga el evaporador.

Evaporador

El evaporador absorbe el calor del interior del auto o camión. Estos sistemas utilizan evaporadores de aire a presión del tipo de aletas. El calor es absorbido conforme el soplador impulsa el aire caliente por encima del serpentín del evaporador. Este flujo de aire es lo que hace que el refrigerante se convierta en un gas y absorba el calor. La cantidad de calor absorbida depende de qué tanta diferencia haya entre la temperatura del aire y la del refrigerante. Cuanto más difiera, tanto más calor absorberá del aire el refrigerante.

Válvulas de estrangulación por succión

La función de estas válvulas es controlar el flujo del refrigerante entre el evaporador y el compresor. Estas válvulas se encuentran en la línea de succión, entre el extremo del evaporador y la válvula de servicio de succión del compresor. En los sistemas



1. Radiador de alta capacidad
2. Tapa de alta presión del radiador
3. Compresor
4. Ventilador de alto rendimiento
5. Condensador
6. Válvula de expansión
7. Evaporador
8. Unidad del compartimiento de pasajeros
9. Soplador
10. Válvula de interrpción del agua caliente
11. Vidrio de nivel
12. Receptor-secador

Fig. 65-14. Ubicación de un típico sistema de aire acondicionado para automóviles.

de refrigeración automotrices, se usan principalmente tres tipos de válvulas de estrangulación por succión. Dichas válvulas se enumeran a continuación:

- Válvula absoluta operada por piloto (VAOP)
- Válvula reguladora de la presión del evaporador (RPE)
- Válvula reguladora de la temperatura del evaporador (RTE)

Las válvulas tipo VAOP se utilizaron en los vehículos de General Motors entre 1966 y 1973. Actualmente, se utilizan en los de la Ford Motor Company. Esta válvula trabaja a base de la presión del evaporador. Es una caja sellada que el refrigerante atraviesa de lado a lado. La válvula es accionada por un resorte. Cuando el compresor está funcionando y la presión del evaporador rebasa los 28.5 psi, el fuelle se comprime. Esto abre la válvula. El refrigerante penetra en el compresor. Cuando la presión del evaporador disminuye a menos de 28.5 psi, el fuelle se expande y cierra la válvula.

En la Figura 65-15, se puede ver cómo trabajan los sistemas VAOP. A es el compresor, B es el condensador, C es la válvula de expansión, D es el evaporador, E es la válvula VAOP y F es el control de presión del evaporador.

Las válvulas RPE se han utilizado en numerosos vehículos Chrysler a partir de 1961. Estas válvulas se encuentran en el compresor. Evitan que el evaporador se cubra de hielo, para lo cual regulan la presión de succión y la mantienen arriba del punto de congelación. El compresor y la RPE tienen un conducto para el aceite. Este deja pasar el aceite de la línea de succión hacia el cárter del compresor.

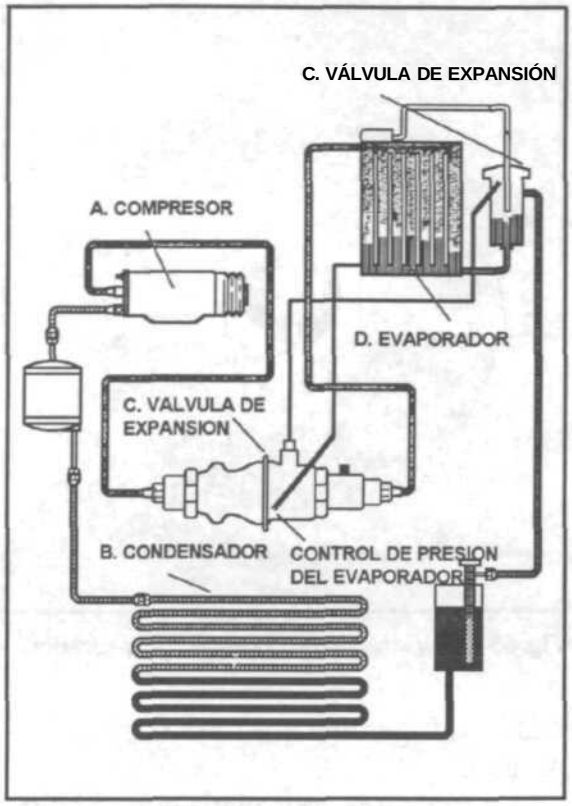


Fig. 65-15. Diagrama del funcionamiento de un sistema VAOP.

Además, permite el regreso de todo el aceite que haya salido del compresor. Asimismo, mantiene el cárter presurizado. Esto es algo sumamente importante, porque el cárter podría succionar aire y humedad en caso de que su presión fuera inferior a la presión del aire. Esto dañaría el compresor.

Las válvulas RTE se encuentran, a partir de 1967, en los sistemas Auto-Temp de la Chrysler Corporation. Esta válvula tiene una característica especial que la diferencia de la válvula RPE. Se trata de un solenoide interconstruido en la válvula para controlarla. De manera que siempre está o totalmente abierta o totalmente cerrada. Normalmente está en posición abierta. Desempeña la misma función que la válvula RPE.

Las piezas que acabamos de estudiar son los componentes básicos del típico sistema de refrigeración de los automóviles

y camiones en la actualidad. Pero también hay otras piezas. Las estudiaremos conforme vayan apareciendo en estas lecciones.

Sistemas de control de la temperatura

El objeto de los sistemas de control de la temperatura es la comodidad de los pasajeros del vehículo. Muchos de estos sistemas combinan funciones tanto de enfriamiento como de calefacción. Son sistemas de control manual o de control automático.

Sistemas de control manual

Lo sistemas de control manual pueden utilizar palancas y cables mecánicos, así como piezas controladas por vacío. También pueden usar combinaciones de piezas mecánicas y piezas activadas por vacío. En cualquier caso, estos sistemas se componen de las siguientes partes:

- Conjunto de control
- Control de la temperatura
- Núcleo del calentador
- Control de la velocidad del soplador

El conjunto de control es un panel de control. Es probable que usted haya visto uno de ellos. Se compone de las palancas, los interruptores, botones o perillas que le permiten al pasajero o al conductor fijar el sistema en la temperatura deseada. Los controles le permiten escoger entre la calefacción y el enfriamiento, así como el grado de calor o frío que deban tener. Se puede fijar la velocidad del ventilador, o poner el sistema en la posición de descongelamiento, o determinar la dirección del flujo del aire.

La palanca de control de la temperatura es una parte del conjunto del control. Determina la temperatura de aire de descarga. Para hacerlo, cambia la posición de una puerta de aire que se encuentra en los ductos del aire. Se conoce como puerta de la temperatura del aire. Es controlada me-

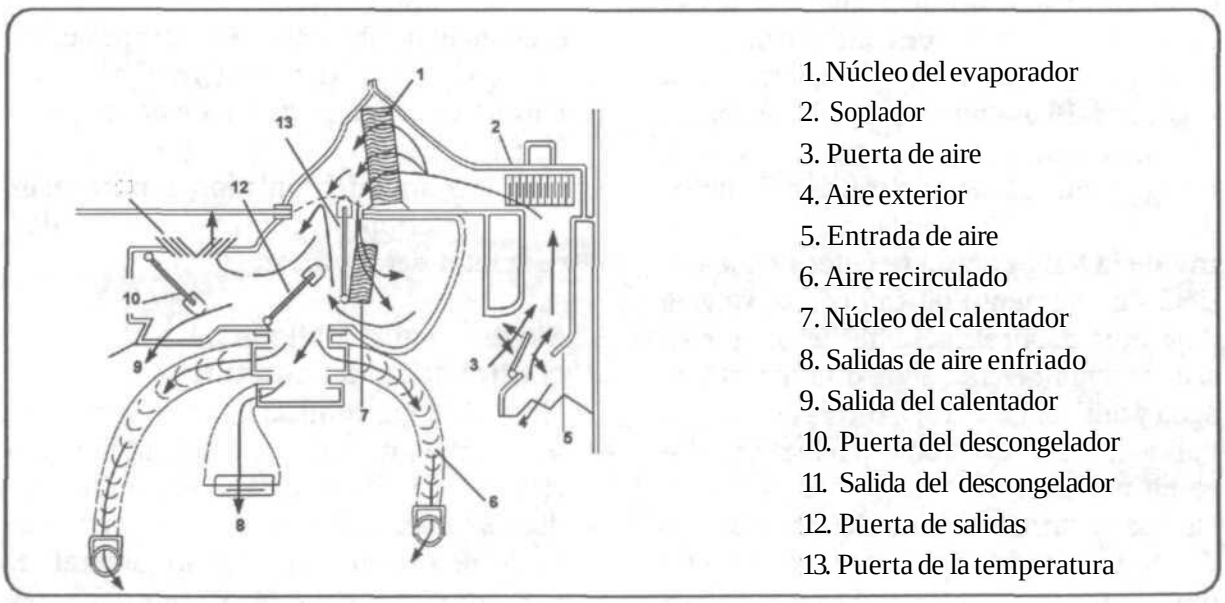


Fig. 65-16. Flujo típico de aire en un sistema de control manual.

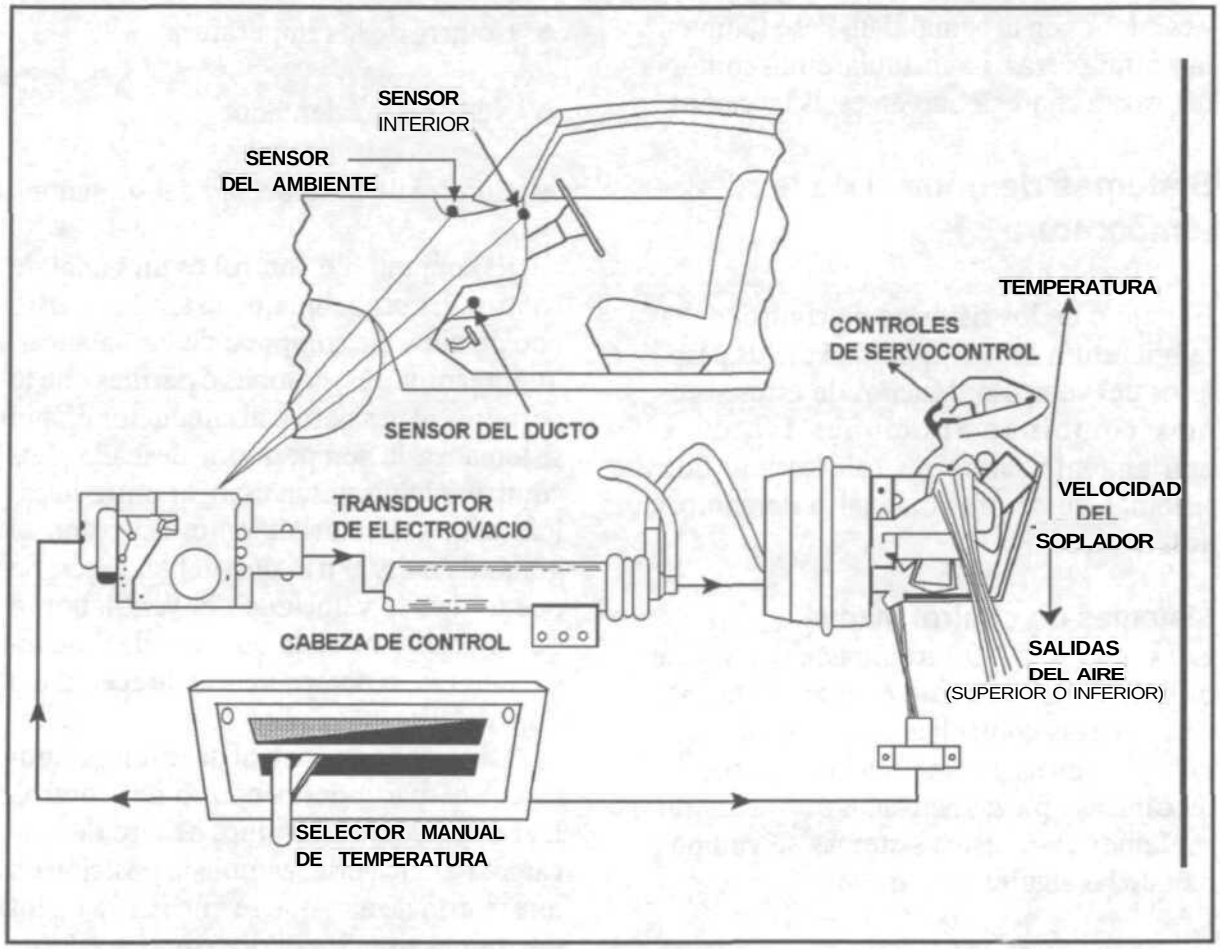


Fig. 65-17. Un sistema automático para el control de la temperatura.

diante un cable bowden que conecta la puerta con la palanca de control o mediante una válvula de vacío. El sistema de la Figura 65-16 usa una válvula de vacío.

La válvula de agua regula el flujo de refrigerante del motor a través del núcleo del calentador. Cuando la palanca de control de la temperatura se coloca en la posición de aumento de calor, esta válvula deja fluir más refrigerante del motor (o sea: el agua del radiador o la mezcla de agua y anticongelante) a través del núcleo del calentador. Cuando la palanca se coloca en posición de reducción de calor, la válvula restringe al flujo del refrigerante del motor a través del núcleo del calentador. Con ello se reduce la cantidad de calor que penetra en el compartimiento de los pasajeros.

La transferencia de calor se lleva a cabo en el núcleo del calentador. El calor del refrigerante se transfiere al aire que entrará en el compartimiento de los pasajeros.

Un control del soplador, con frecuencia un interruptor, controla la velocidad del motor del soplador.

Sistemas automáticos para el control de la temperatura

Estos sistemas controlan automáticamente la temperatura del aire del automóvil o camión. Con frecuencia se usa un indicador de carátula semejante al del termostato de una habitación. Por lo general, el indicador se fija en 24 °C (unos 75 °F). Entonces, el sistema se vale de la calefacción y del enfriamiento para mantener esa

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V si considera verdadera la afirmación, o la letra F si la considera falsa.

1. La función de las válvulas de estrangulación por succión es controlar el flujo del refrigerante entre el evaporador y el compresor.	F	V
2. Las válvulas RTE se encuentran, a partir de 1990, en los sistemas auto-temp de Chrysler Corporation.	F	V
3. El objeto de los sistemas de control de la temperatura es el confort de los pasajeros del vehículo.	F	V
4. Los sistemas automáticos para el control de la temperatura controlan automáticamente la temperatura del refrigerante.	F	V
5. La cadena de sensores se compone de un conjunto de resistencias térmicas.	F	V

Respuestas

1. V. 2. F (se encuentran a partir de 1967). 3. V. 4. F (Controlan la temperatura del aire del auto o camión). 5. V.

temperatura. Cuando el tiempo cambia, el sistema cambia.

Todos los sistemas automáticos para el control de la temperatura tienen las partes básicas que se enumeran a continuación:

- Cadena de sensores
- Panel de control
- Transductor
- Servocontrol

Cadena de sensores. La cadena de sensores se compone de un conjunto de resistencias térmicas. Usted ya está familiarizado con este tipo de resistencias y sabe que son unos dispositivos que reaccionan con la temperatura. Cuando la temperatura aumenta, el valor de resistencia de la resistencia térmica disminuye. Por lo tanto, aumenta la electricidad que fluye por ella. Cuando la temperatura disminuye, el valor de resistencia térmica aumenta, por lo cual disminuye la electricidad que fluye por ella.

El sistema automático tiene resistencias térmicas en varios sitios. Las tres resistencias térmicas más comunes son:

- Sensor del interior del automóvil
- Sensor del ambiente
- Sensor del ducto

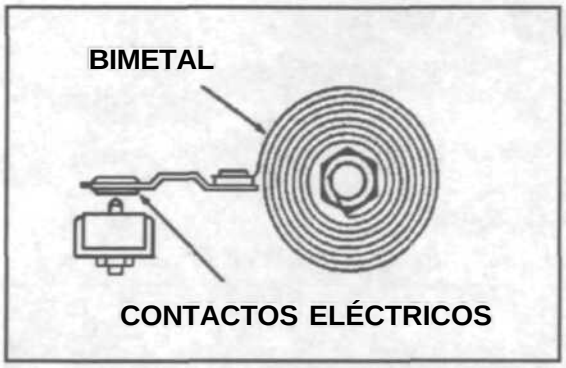


Fig. 65-18. Este interruptor funciona porque tiene metales distintos, que se expanden y contraen a distinta velocidad.

Como puede ver, el nombre de cada una corresponde al del sitio en que se localiza. Lo más frecuente es que el sensor del interior del automóvil se encuentre en el panel de control. Siente la temperatura que tiene el aire del compartimiento de los pasajeros. Por lo general, el sensor del ambiente se encuentra en el ducto del aire fresco. Siente la temperatura del aire que entra al vehículo. También se puede usar para medir el efecto de la luz solar sobre la temperatura del compartimiento de los pasajeros. El sensor del ducto se encuentra en el ducto del aire de descarga. Siente la temperatura del aire de descarga.

Las resistencias térmicas están conectadas en serie unas con otras y con el selector de temperatura. En conjunto, producen una señal eléctrica que se aplica al amplificador del sistema.

Panel de control. Por lo general, el amplificador del sistema se encuentra en el panel de control. Este es la segunda parte en importancia del sistema automático. Se encuentra en el tablero de instrumentos del auto o camión. El panel de control lleva también el indicador de la temperatura. El amplificador del sistema se puede colocar aparte del panel de control. Este amplificador recibe las señales de las resistencias térmicas y del selector de temperatura. Luego, las envía al transductor.

Transductor. El transductor convierte la señal eléctrica en una señal de vacío. Y esta señal de vacío controla el servocontrol.

Servocontrol. El servocontrol es la parte del sistema encargada del control. Controla la puerta de la temperatura del aire. Coloca la puerta de manera que envíe al interior del vehículo aire caliente o aire frío. También maneja el control del vacío y regula la velocidad del motor del soplador.

Controles del compresor

El compresor es manejado por varios interruptores eléctricos que están instalados en serie con el embrague magnético. Hay cinco controles principales en el compresor. Son los siguientes:

- Interruptor del termostato
- Interruptor del ambiente
- Interruptor de supercalor
- Fusible térmico
- Sistema de protección contra la falta de refrigerante

El interruptor del termostato se encuentra en el interior del auto o camión. Detecta la temperatura del evaporador. Está conectado con el circuito del embrague magnético. Cuando la temperatura del evaporador se aproxima al punto de congelación, el interruptor del termostato abre el circuito del embrague. Esto hace que el compresor deje de funcionar y que cese el enfriamiento. Cuando la temperatura del evaporador sube a un punto determinado, el interruptor cierra el circuito

del embrague. Esto hace que el compresor empiece a funcionar y que se inicie el enfriamiento. El conductor del vehículo puede fijar la posición del interruptor. Para ello, la cabeza de control lleva una perilla. Si no, se puede fijar mediante un tornillo de ajuste. Pero este control es menos accesible, y se fija en la fábrica. Sin embargo, el técnico de servicio lo puede fijar en otra posición.

En los sistemas modernos, se utilizan dos tipos de interruptores del termostato. Son el bimetálico y el de fuelle.

En estas lecciones, hemos mostrado varias veces el interruptor bimetálico. Aquí está otra vez. Es un interruptor que se compone de dos metales. Estos metales lo hacen funcionar, porque se expanden y contraen a distinta velocidad. En el interruptor de la Figura 65-18, el brazo bimetálico se contrae y expande en respuesta a los cambios de temperatura.

El interruptor va montado en el bastidor del evaporador. Se monta de manera que el aire de descarga del evaporador fluya por encima del brazo bimetálico. Cuando el aire es frío, hace que el brazo se contraiga. Entonces, se abren los contactos del interruptor y el compresor se detiene. A medida que el aire del evaporador se calienta, el brazo se expande. Esto hace que el interruptor se cierre y que el compresor arranque. Entonces se inicia el proceso de enfriamiento.

Usted ya conoce también el interruptor de fuelle. Se compone de un tubo capilar y un fuelle lleno de gas. El tubo es el dispositivo sensor. Se coloca de manera que quede en contacto con las aletas del evaporador. A medida que aumenta la temperatura del evaporador, aumenta también la presión del gas del interior del fuelle. Esto hace que los contactos del interruptor se cierren, lo cual hace que el compresor arranque. Conforme la temperatura del evaporador disminuye, la presión del fuelle disminuye también. Esto hace que los contactos del interruptor se abran otra vez. El circuito del embrague queda interrumpido. El compresor se detiene y el proceso de refrigeración se detiene también.

El interruptor del ambiente es otro de los controles del compresor. Evita que éste funcione cuando no es necesario. Este interruptor se fija de manera que impida que el compresor comience a funcionar siempre que la temperatura exterior descienda a menos de O °C (32 °F). Normalmente, el interruptor se encuentra cerrado. Cuando está cerrado, deja que el compresor funcione conforme determina el interruptor del termostato. Sin embargo, cuando la temperatura del aire exterior desciende a menos de cero grados centígrados, el interruptor del ambiente se abre. Entonces se interrumpe el circuito eléctrico del embrague, por lo cual el compresor no puede funcionar.

El interruptor de supercalor se compone de un diafragma y de un tubo sensor. El interruptor está cargado con Refrigerante 114. El tubo encaja en el área de succión del compresor. Mientras el tubo sienta que las condiciones del compresor son normales, el interruptor permanecerá abierto. El compresor trabaja normalmente. ¿Cuáles son las condiciones nor-

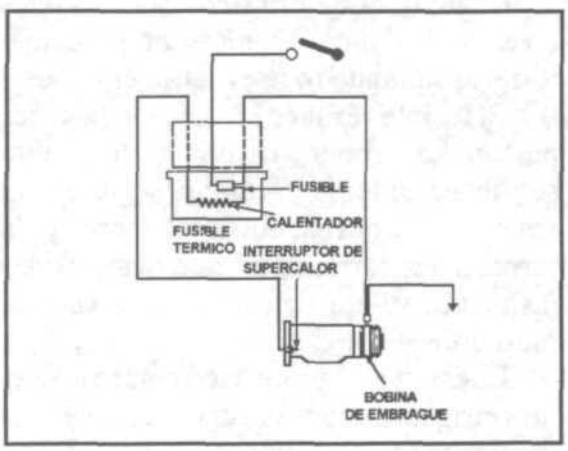


Fig. 65-19. Sistema de protección contra la falta de enfriador.

males? Son las combinaciones de baja presión con baja temperatura y de alta presión con alta temperatura. Si el tubo siente que la condición del interior del compresor es de baja presión con alta temperatura, cerrará el interruptor. El resultado puede ser un fusible fundido.

El fusible térmico deja pasar un poquito de tiempo antes de fundirse. Al fundirse, interrumpe el circuito del embrague, por lo cual el compresor se detiene. Cualquier condición que pueda ser perjudicial para el compresor hace que el fusible se funda. Una de tales condiciones es la combinación de baja presión con alta temperatura en el interior del compresor, a que nos referimos antes. A continuación se presenta una lista de otras condiciones perjudiciales por cuya causa se funde el fusible.

- Falta de refrigerante
- Ausencia de refrigerante
- Válvula VAOP defectuosa
- Válvula de expansión defectuosa
- Fusible térmico en lugar equivocado

Cualquiera de estas condiciones puede causarle daños al compresor. El fusible térmico se funde para evitar tales daños.

El fusible térmico se compone de tres partes. La primera es una cinta fusible sensible a la temperatura; la segunda, un resistor con devanado de alambre; y, la tercera, las terminales eléctricas. Todas las partes se encuentran en una caja de plástico.

El sistema de protección contra la falta de refrigerante no es otra cosa que una combinación de los interruptores que acabamos de ver. Incluye el interruptor de

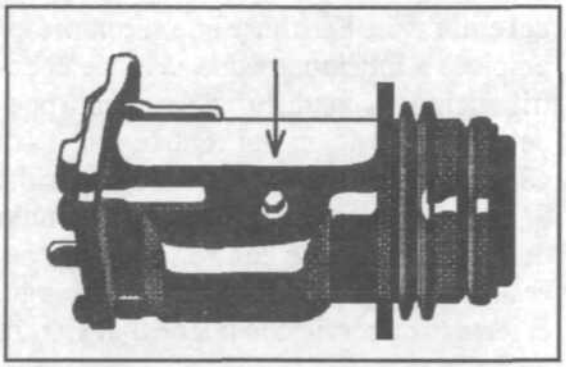


Fig. 65-20. Ubicación del tapón de evacuación del compresor Delco Air Modelo A-6.

supercalor, el fusible térmico, el interruptor del termostato y el interruptor del ambiente.

Este sistema entra en acción si la unidad pierde su carga de refrigerante ya sea parcial o totalmente. En tal caso, el interruptor de supercalor detectará la alta temperatura del gas de succión y sus contactos se cerrarán. Entonces, la corriente fluirá por el fusible térmico y lo calentará hasta el punto de fusión. El fusible se abrirá y detendrá el flujo de corriente hacia el embrague. O lo que es lo mismo, el fusible se fundirá y detendrá el funcionamiento del compresor.

Tipos de compresores

Como usted sabe, en los sistemas de refrigeración de automóviles y camiones se utilizan compresores recíprocos. Los que se utilizan más frecuentemente son los que enumeramos a continuación:

- Delco Air Modelo A-6
- Delco Air Modelo A-4
- Sankyo-Abacus
- Tecumseh
- York

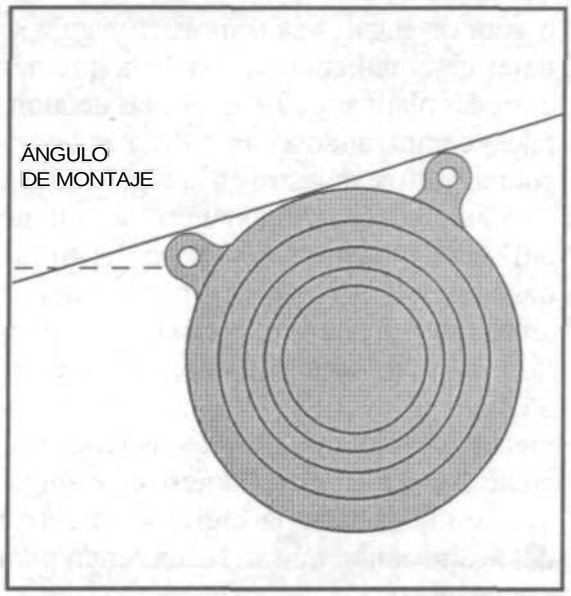


Fig. 65-21. En el compresor Sankyo, el nivel correcto del aceite depende del ángulo de montaje.

El modelo A-6 de Delco Air, fabricado por Frigidaire, tiene seis pistones axiales, en tanto que el modelo A-4 tiene cuatro. El Sankyo-Abacus tiene cinco pistones axiales. Los compresores Tecumseh y York tienen sólo dos pistones.

El embrague impulsor de estos compresores se puede quitar y volver a poner sin que se pierda refrigerante. Casi siempre se necesita quitar el compresor de su ménsula de montaje, aunque las líneas no tienen que desconectarse. Una vez que se ha descargado el refrigerante, los sellos y las válvulas se pueden poner otra vez con facilidad. En una lección posterior, veremos cómo se carga y descarga el sistema. Siempre se debe consultar la placa de datos del compresor, para cerciorarse de su marca.

Delco Air Modelo A-6. Antes de probar el aceite, deje funcionar el sistema durante diez minutos. Ponga los controles en la posición de máximo enfriamiento y la velocidad del soplador en alta. El motor debe trabajar a unas 2,000 rpm. Luego, detenga el motor. Abra ligeramente el tapón de evacuación del compresor. Deje que escape una pequeña cantidad de aceite y apriete el tapón rápidamente. Ábralo ligeramente una segunda vez, y vuelva a apretarlo. Si ve aceite esta segunda vez, el nivel del compresor está bien.

También es normal que el aceite de estos compresores esté espumoso. Si no ve aceite al hacer la segunda prueba, el nivel está bajo. En tal caso, ponga más aceite de acuerdo con las instrucciones del recipiente.

Delco Air Modelo A-4. A diferencia del modelo A-6, este compresor contiene muy poco aceite. Depende de que en el sistema haya un flujo constante de aceite. El aceite fluye junto con el refrigerante. De manera que el sistema debe tener bastante aceite, pues de no ser así, el compresor se dañará. Es posible que se encuentre aceite en el acumulador. Desde ahí, a través de un agujero pequeño, es dosificado para que lubrique el compresor. La única manera de asegurarse de la cantidad de aceite que tiene el sistema es evacuarlo y volver a llenarlo con la cantidad correcta de refri-

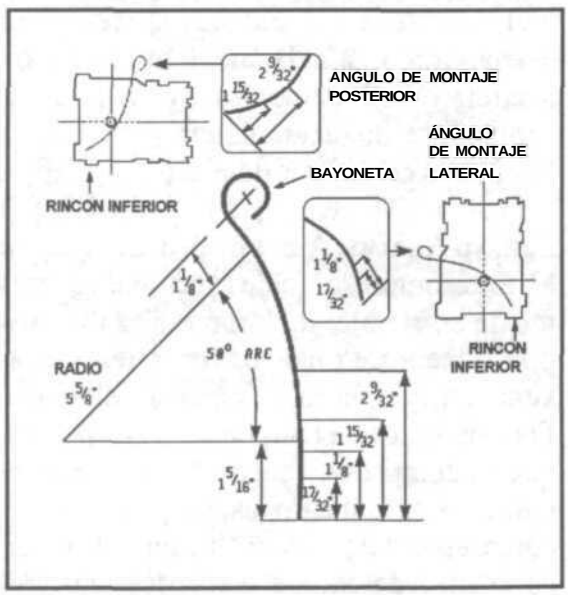


Fig. 65-22. Asegúrese de que la bayoneta se encuentre sobre la superficie más baja y de que llegue hasta el rincón del cárter.

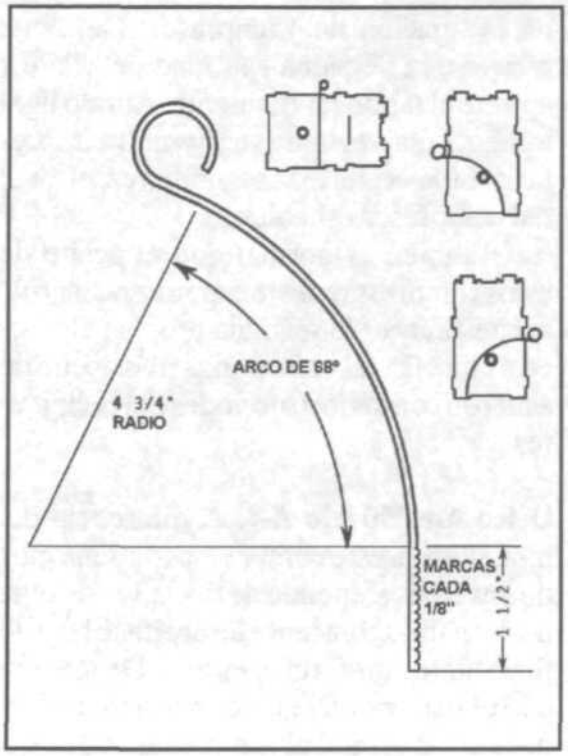


Fig. 65-23. Bayoneta utilizada para medir el nivel del aceite del compresor York.

gerante y aceite. Cuando instale una pieza nueva, añada el aceite necesario para compensar el que se perdió al quitar la pieza vieja. Si reemplaza el compresor, añada tres centilitros de aceite refrigerante con un índice de viscosidad 525. Si reemplaza el evaporador, añada nueve centilitros de aceite; y tres si reemplaza el condensador. Tratándose del acumulador, debe contener nueve centilitros de aceite.

Sankyo-Abacus. Antes de probar el aceite en este compresor, deje funcionar el sistema de enfriamiento durante diez minutos por lo menos. Ponga los controles en máximo enfriamiento y máxima velocidad. Deje el motor en marcha lenta. Es posible que el compresor tenga válvulas de interrupción. En tal caso, úselas para aislar el compresor del resto del sistema. En caso contrario, descargue el refrigerante del sistema. Ahora, mida el ángulo de montaje del compresor. Para ello, utilice un calibrador de ángulos Sankyo. Este ángulo se determina midiendo la distancia que hay entre las platinas de las ménsulas de montaje, y comparándola con la distancia horizontal. Esto se muestra en la Figura 65-21.

Quite el tapón del agujero de relleno del aceite. Haga girar la placa del frente del embrague hasta que las piezas queden alineadas y se pueda introducir la bayoneta. Introduzca la bayoneta en el agujero. Sáquela, y vea cuántas marcas están cubiertas de aceite. Consulte la tabla que viene con el compresor. Fíjese en el ángulo que midió. Compare el nivel efectivo del aceite con el que se recomienda para ese ángulo.

Si un compresor Sankyo tiene mucho aceite, se reduce el efecto de enfriamiento; si tiene muy poco, sus partes se desgastan con gran rapidez. Cuando sea necesario añadirle aceite refrigerante, asegúrese de que tenga un índice de viscosidad 500. Asegúrese también de que el anillo toroidal que rodea el tapón de relleno se encuentre en buen estado. En caso contrario, reemplácelo. Luego, reemplace el tapón del agujero de relleno del aceite y cargue otra vez el sistema.

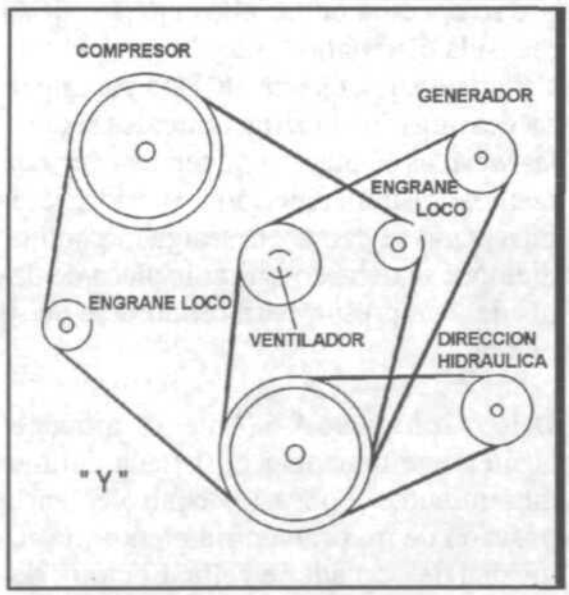


Fig. 65-24. Un sistema de bandas de un típico sistema de aire acondicionado para automóviles.

Ejercicio de **Autoevaluación**

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Tipos de interruptores de termostato empleados en sistemas automotrices modernos. _____
2. Dispositivo que se compone de un diafragma y un _____

de refrigeración de automóviles y camiones. _____
4. Marca del compresor que, si tiene mucho aceite, determina una reducción del efecto de enfriamiento. _____
5. Forma de impulsión de los compresores en sistemas automotrices. _____

a. Recíprocos
b. Sankyo
c. Interruptor de supercalor
e. Bimetálico y fuelle

Respuestas

1. e, 2. c, 3. a, 4. b, 5. d.

Tecumseh. Como en los casos anteriores, antes de medir el aceite deje que se caliente el compresor. Si el compresor tiene válvulas de interrupción, utilícelas para aislarlo del resto del sistema. En caso contrario, descargúelo del aceite. Los compresores Tecumseh tienen agujeros de relleno del aceite en dos sitios. Uno se encuentra en la parte posterior del cigüeñal y el otro en un costado del compresor. Para medir el aceite en la parte posterior del cigüeñal necesita usar una bayoneta en ángulo. Si lo mide en el costado del compresor, es necesario usar una bayoneta curva. Para medir el aceite con una bayoneta curva se tiene que girar el cigüeñal, para poder introducirla.

Como en los casos anteriores, cuando sea necesario añadir aceite refrigerante, use uno que tenga un índice de viscosidad 500. Vuelva a poner el tapón y cargue el sistema.

York. Deje que se caliente el compresor y luego mida el aceite. Si el compresor tiene válvulas de interrupción, aíslelo; si no, descargue el refrigerante. Quite el tapón del agujero de relleno del aceite. La manera en que está instalado el cilindro determina qué bayoneta se ha de usar. Si el cilindro es horizontal, se usa una bayoneta recta; en caso contrario, se usa una bayoneta curva.

Haga girar el cigüeñal hasta que la bayoneta pueda llegar al fondo del cárter. En caso necesario, añádale aceite refrigerante con un índice de viscosidad 500. Vuelva a poner el tapón del agujero de relleno y cargue nuevamente el sistema.

Todos estos compresores son impulsados por una o dos bandas. La banda se monta sobre la polea del embrague y es

impulsada por una polea localizada en el cigüeñal del motor. Algunas veces se usa una polea especial con objeto de que la banda conserve la tensión correcta. Se conoce como polea loca ajustable.

Cuando la banda es nueva debe tener una tensión de alrededor de 140 libras. Las bandas nuevas se deben revisar uno o dos días después de haberlas instalado. Cuando ya tiene cierto tiempo en uso, la tensión de la banda debe ser como de 60 libras.

Para medir la tensión, debe utilizar un indicador de la tensión de la banda. También hay una manera de hacer una prueba rápida. El motor no debe estar trabajando. Empuje con fuerza en el medio de la sección de banda más larga. Si tiene la tensión correcta, cederá entre uno y uno y medio centímetros con respecto a su posición acostumbrada.

El sistema de bandas que se muestra en la Figura 65-24 corresponde a un vehículo equipado con dirección hidráulica. Como se aprecia, las bandas pueden impulsar también el ventilador y la bomba de agua.

Resumen

En esta lección se ha tratado de ofrecer una introducción al tema del acondicionamiento del aire de automóviles y camiones. Se han estudiado las principales medidas de seguridad que hay que tomar con este tipo de sistemas. A continuación se ha hecho un repaso de las tres leyes básicas de la refrigeración.

El calor se desplaza de una sustancia más caliente a una más fría.

Cuando un fluido hierve y se transforma de líquido a gas, absorbe calor sin aumentar la temperatura del gas resultante. Y al revés: cuando se condensa un gas y se transforma en un líquido, cede calor sin reducir la temperatura del líquido resultante.

La temperatura a la que un líquido se evapora o a la que un gas se condensa depende de la presión ejercida sobre el líquido o el gas.

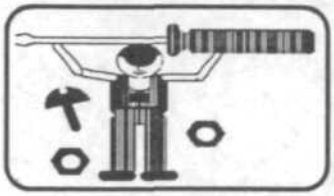
Este último principio es en el cual se basa la olla a presión. También es evidente que un líquido rompe a hervir más tarde en una ciudad más alta que en una más baja.

Ahora ya sabemos lo que es el Refrigerante-12, más conocido como R-12 o Freón, y qué virtudes tiene para ser el favorito en automóviles y camiones. También conocemos que la sustancia más dañina para un sistema de refrigeración es el agua, y que el aceite refrigerado que usan los automóviles y camiones está deshidratado.

Podemos también enumerar y describir los componentes básicos de un típico sistema de refrigeración: compresor, embrague magnético, condensador, receptor-secador, válvula de expansión, evaporador y válvula de estrangulación por succión. Sabemos igualmente los tres tipos en que aparece esta última, y lo que es una VAOP, una RPE y una RTE.

Hemos visto, además, las distintas clases de control de la temperatura que hay, además de los componentes de cada uno de estos sistemas. Igualmente, estamos familiarizados con los cinco controles principales del compresor, y con los cinco tipos o modelos más usuales.

Estamos ya casi preparados para aplicar todos nuestros conocimientos en la lección siguiente. ¡Felicidades!



Tareas prácticas

Conocimientos de un sistema de aire acondicionado automotriz

Materiales que usted necesitará

- un automóvil con aire acondicionado integrado
- diagrama del sistema de aire acondicionado automotriz
- papel y lápiz

Información previa

En la actualidad, los propietarios y usuarios de vehículos automotrices tienen cada vez más exigencias. Esto se manifiesta en que casi todas las marcas y modelos ofrecen al mercado unidades equipadas con aire acondicionado, lo cual hace más agradable las travesías de sus pasajeros, sobre todo en lugares y temporadas en que la temperatura es notablemente elevada.

Es lógico que estos equipos requieran que haya técnicos de servicio altamente especializados, que puedan atender de forma satisfactoria las necesidades de los clientes respecto a la carga del sistema, reparación de fugas, limpieza del condensador, etc. ¡Usted podrá ser uno de ellos!

Lo que deberá hacer

Conocerá físicamente un sistema de aire acondicionado automotriz, indentificando cada una de las partes que lo conforman.

Procedimiento

1. Localice algún familiar, amigo o conocido que posea o tenga acceso a un automóvil con aire acondicionado integrado.
2. Si no encuentra a nadie, acuda a algún taller mecánico y solicite acceso visual a un automóvil que cuente con aire acondicionado.
3. Destape el alojamiento del motor, levantando la tapa del cofre o capó, con el diagrama del sistema a la mano.
4. Ahora, de acuerdo a su diagrama, localice el compresor, el condensador y la válvula de expansión del sistema. Identifique igualmente la forma de impulsión del compresor.
5. Abra la cabina del automóvil y localice el evaporador debajo del tablero de instrumentos.

Conclusiones

Ahora ya conoce usted físicamente un sistema de aire acondicionado automotriz. Si se dedica a esta área profesional, va a tener oportunidad de trabajar muy a menudo con este tipo de sistemas. Recuerde que este campo es demasiado extenso, y que usted va a tener que especializarse en uno más restringido para obtener un éxito seguro en su trabajo. ¡Haga un análisis detenido y tome la decisión adecuada!

...y **después, ¿qué sigue?**

¿En qué lugares se suelen producir fugas de refrigerante en un automóvil? ¿Cuál es el detector de fugas más sensible a nivel automotriz? ¿Para qué sirve un múltiple de pruebas y cómo se usa? ¿Para qué sirven las lecturas de la presión? ¿En qué puntos de las líneas del refrigerante es más probable que haya obstrucciones? ¿Qué es una prueba de barrido? ¿Qué es preciso para evacuar un sistema de refrigeración? ¿Qué es una llave de horquilla? ¿Cuáles son los problemas más frecuentes de un sistema de refrigeración? ¿Cómo se descongela la unidad enfriadora de un remolque?

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta correcta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* **Escoja una sola respuesta para cada pregunta.** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio y envíelo a la escuela.*

1. Si el refrigerante al escaparse toca la piel, la

a. irrita.
b. inflama.
c. congela.
d. adormece.

2. De acuerdo a la tercera ley básica de la refrigeración, la temperatura a la que un líquido se evapora o un gas se condensa depende de la

a. presión.
b. entalpia.
c. velocidad.
d. humedad.

3. El aceite refrigerante se calienta a temperaturas

a. bajas.
b. medias.
c. altas.
d. extremas.

4. "Miscible" es un término que se refiere a qué tan bien se mezclan el refrigerante y el

a. agua.
b. aceite.
c. vapor.
d. gas.

Recorte aquí el talón de respuesta y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de lección L465

5. En los sistemas de los automóviles y camiones, lo más común es que el condensador vaya montado enfrente del
a. carburador.
b. acumulador.
c. distribuidor.
d. radiador.

6. El dispositivo para el control de flujo más común que se utiliza en automóviles y camiones es
a. el tubo capilar.
b. la válvula de expansión termostática.
c. la válvula de expansión automotriz.
d. la válvula manual.

7. Las válvulas RPE se han utilizado a partir de 1961 en numerosos vehículos
a. Chrysler.
b. Ford.
c. Nissan.
d. Chevrolet.

8. La cadena de sensores se compone de un conjunto de
a. resistencias eléctricas.
b. interruptores magnéticos.
c. resistencias térmicas.
d. interruptores eléctricos.

9. En los sistemas modernos se utilizan dos tipos de interruptores del termostato. Son el bimetálico y el de
a. resistencia.
b. fuelle.
c. bobina.
d. capacitor.

10. El interruptor de supercalor se compone de un diafragma y de un
a. termostato.
b. resistor.
c. magneto.
d. tubo sensor.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.

SISTEMAS DE
Refrigeración
YAIRE
ACONDICIONADO

CONTENIDO

Introducción....3

1. Detección de fugas en los sistemas de refrigeración de automóviles y camiones....3
2. Cómo instalar los manómetros del múltiple....5
3. Pruebas de la presión....8
4. Cómo descargar, hacer pruebas de barrido, evacuar y cargar el sistema....11
5. Instalación del sistema de enfriamiento de un automóvil....15
6. Revisiones y reparaciones....16
7. Unidades independientes de refrigeración para remolques....17
8. Ciclo de refrigeración de la unidad refrigeradora de un remolque....20
9. Cómo descongelar la unidad refrigeradora de un remolque....21
10. Revisiones y reparaciones de las unidades refrigeradoras de remolques....23
11. Cómo evacuar y volver a cargar los sistemas de refrigeración de remolques....25
12. Mantenimiento del sistema de refrigeración de un remolque....27
13. Resumen....29
14. Tareas prácticas....30
15. Examen..., ...31

Detección de fugas y mantenimiento de los sistemas de refrigeración automotriz

L466 - 6a

Hemphill Schools

Contenido

Introducción, 3

Detección de fugas en los sistemas de refrigeración de automóviles y camiones, 3

Cómo instalar los manómetros del múltiple, 5

Pruebas de la presión, 8

Cómo descargar, hacer pruebas de barrido, evacuar y cargar el sistema, 11
Reglas de seguridad, 14

Instalación del sistema de enfriamiento de un automóvil, 15

Revisiones y reparaciones, 16
Problemas del sistema de refrigeración, 17

Unidades independientes de refrigeración para remolques, 17

Ciclo de refrigeración de la unidad refrigeradora de un remolque, 20

Cómo descongelar la unidad refrigeradora de un remolque, 21

Revisiones y reparaciones de las unidades refrigeradoras de remolques, 23

Cómo evacuar y volver a cargar los sistemas de refrigeración de remolques, 25

Mantenimiento del sistema de refrigeración de un remolque, 27

Resumen, 29

Tareas prácticas:
Identificación física de las partes que conforman un sistema de transporte refrigerado, 30

Examen, 31

Introducción

El futuro de un técnico de servicio en aire acondicionado de tipo automotriz es cada vez más seguro. Esto se debe a que los autos modernos cada vez vienen mejor equipados y, por lo tanto, traen el aire acondicionado como equipo de línea.

En esta lección estudiaremos la manera de detectar fugas de refrigerante en sistemas automotrices. Le indicaremos asimismo la forma de descargar, de hacer pruebas de barrido, de evacuar y de cargar el sistema.

Por último, estudiaremos todo lo referente al mantenimiento, tanto preventivo como correctivo, de este tipo de sistema de refrigeración.

A estas alturas del curso, ya habrá usted decidido seguramente su campo de trabajo, conforme a lo que ha aprendido y a sus preferencias. Si en su lugar de residencia el clima alcanza altas temperaturas, sin duda habrá muchos automóviles equipados con aire acondicionado. También camiones con remolques refrigerados, los cuales requerirán un mantenimiento oportuno y satisfactorio.

En esta lección hemos eliminado el epígrafe "Definiciones y descripciones", pues consideramos suficiente el glosario incluido en la lección anterior.

Detección de fugas en los sistemas de refigeración de automóviles y camiones

Las fugas pueden presentarse en casi cualquier lugar de los sistemas de refrigeración. No obstante, la mayoría de ellas se producen en los siguientes lugares:

- Conexiones
- Empaques
- Sellos, en especial el de la flecha del compresor
- Tubería sin apoyo
- Muescas del evaporador
- Serpentines corroídos del condensador

En los sistemas de los automóviles y camiones es normal que haya algunas fugas. Cuando hay una fuga en el lado de baja presión, es lenta; en el lado de alta presión, es rápida. De hecho, este tipo de fugas, la mayoría de las veces, es masiva y repentina y se traduce en la pérdida total del refrigerante. Es posible que para hallar una fuga en el lado de alta presión no le haga falta un detector de fugas.

Antes de hacer cualquier prueba en busca de fugas, la carga del refrigerante debe ser de por lo menos 50 psi cuando el sistema no está en funcionamiento. La presión se comprueba con un conjunto de manómetros del múltiple. (En la siguiente sección veremos cómo se instala y se usa esta herramienta.) La temperatura del aire debe ser de por lo menos 13 °C (unos 55 °F) también en estos casos.

Existen cuatro maneras de detectar fugas en los sistemas de refrigeración de automóviles y camiones. Son éstas:

- una solución jabonosa
- un soplete de haluro
- un detector electrónico
- tinte en solución

Es fácil hallar una fuga con jabón. Ha-

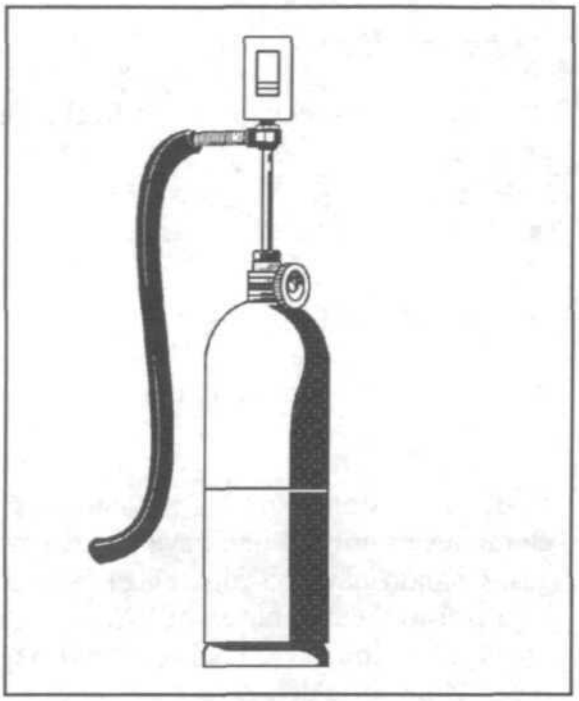


Fig. 66-1. Un típico soplete de haluro.

ga una mezcla espesa de agua y jabón; luego, cubra con ella el lugar en donde crea que hay una fuga. De ser así, el gas que se escapa hará que el jabón produzca burbujas. También se puede comprar una solución preparada con la cual cubrir o rociar el posible lugar de la fuga. Estas soluciones se basan en una sustancia que produce burbujas más fuertes y duraderas que las del jabón. Cuando termine de hacer la prueba, quítele el jabón o la solución al sistema.

Otra manera mejor de localizar fugas es usar un soplete de haluro. Funciona con los sistemas de automóviles y camiones, porque éstos utilizan el R-12, que es un refrigerante halógeno. El soplete de haluro es un detector muy sensible. Revela la presencia del gas refrigerante incluso en cantidades muy pequeñas, como 20 ppm.

Estos sopletes vienen en gran variedad de tamaños y estilos, pero todos se parecen mucho al soplete de haluro que se muestra en la Figura 66-1.

¿Cómo funcionan estos sopletes? Se hace pasar aire por la manguera exploradora y hasta la flama. Si hay alguna cantidad de R-12 en el aire, la flama cambia de color.

Cuando el R-12 atraviesa la flama, se produce gas fosgeno. Este gas es venenoso, así que siempre que trabaje con un soplete de haluro, póngase una máscara bien ajustada. La manguera también puede recoger y dejar en la flama vapor del combustible, polvo y otras materias. Eso podría producir una explosión o un incendio. De manera que tenga cuidado de que no haya materias peligrosas en el sitio en donde se encuentre trabajando.

Para localizar las fugas, pase la manguera de succión por todos los sitios en el cual pudiesen estar. Fíjese si la flama cambia de color.

Si usa un modelo de soplete con alas en cada lado de una abertura grande que hay en el escudo, esté atento a los siguientes cambios:

La flama exterior se vuelve amarilla o anaranjada con amarillo. Hay una fuga pequeña.

La flama inferior se vuelve azul claro y brillante. Hay una fuga mayor. En este caso, la parte superior de la flama se pone de un color azul violáceo.

Si el soplete no tiene alas en los lados de la abertura del escudo, esté atento a estos cambios:

La flama exterior se vuelve verde azuloso y brillante. Hay una fuga pequeña.

La parte inferior de la flama pierde su tinte verdoso. Hay una fuga mayor. En este caso, la parte superior de la flama se pone de un color azul violáceo.

No crea usted que no se puede localizar el lugar exacto de la fuga. Sí es posible, pero para ello hay que observar la flama

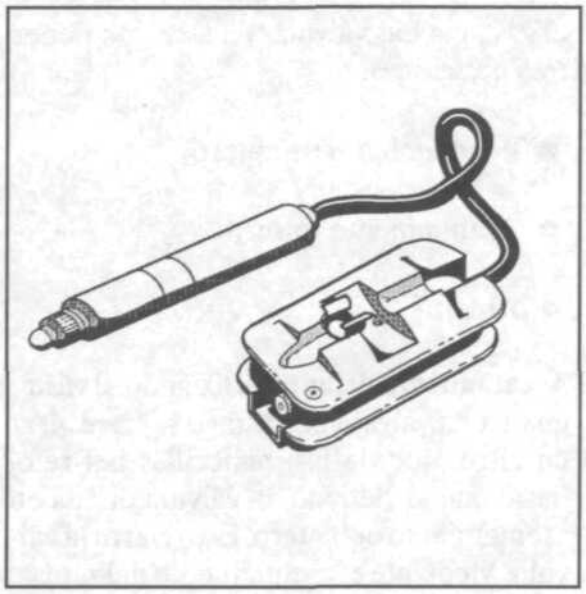


Fig. 66-2. Detector electrónico de fugas.

con sumo cuidado. Su color desaparecerá tan pronto como uno pase por donde está la fuga. Tratándose de fugas grandes, hallarlas es más difícil. Es necesario juzgar en qué sitio están.

El más sensible de los detectores de fugas es el electrónico. Puede detectar fugas muy pequeñas, hasta de apenas 1.5 centilitros de refrigerante por año. Es el detector más popular y es muy seguro. Hay tres tipos de detectores electrónicos:

- De fuente de iones
- De resistencia térmica
- De absorción dieléctrica

Cuando detectan una fuga, los tres tipos se lo indican al usuario por medio de una luz intermitente, un sonido, o ambas señales. El sonido es un chillido agudo o un zumbido.

El más sensible de los dispositivos para detectar fugas, y el que más se usa, es el de tipo dieléctrico. Para usarlo, ponga la pistola en funcionamiento. Luego, ajústelo de acuerdo con las instrucciones del manual del propietario. Pase la sonda por encima de los lugares en donde suponga pueda haber una fuga. Coloque la punta justo debajo de la posible fuga. El refrigerante es más pesado que el aire, por lo cual desciende. Mueva despacio la punta, a dos o tres centímetros por segundo. En caso de que haya una fuga, escuchará un sonido de advertencia, verá una luz intermitente, o tal vez ambas señales.

Para cargar el sistema, se puede usar un tinte en solución. El tinte se encuentra en un refrigerante líquido. Siga las instrucciones que vienen en el cilindro de refrigerante. Asegúrese de que, en el lado de succión del compresor, la presión no pase de 40 psi. Si hay una fuga, la encontrará fácilmente, porque el tinte se escurre de cualquier fuga. También se escurre por las conexiones flojas.

Obviamente, para cargar el sistema necesitará instalarle el múltiple y la línea de servicio. Vamos a tratar sobre estos aspectos en la sección que sigue a continuación.

Cómo instalar los manómetros del múltiple

El múltiple de pruebas utilizado en los automóviles y camiones se compone de válvulas, mangueras y manómetros. Es preciso que usted sepa cómo usar este múltiple, para diversas pruebas y tipos de servicio.

Según puede verse en la Figura 66-3, la manguera azul se conecta en el lado de baja presión del múltiple; la manguera roja se conecta en el lado de alta presión, y la manguera amarilla se une con la conexión de servicio del centro del múltiple. Por lo general, estas mangueras llevan en los extremos un aditamento especial. Es un saliente que oprime la válvula Schrader que se encuentra en el puerto de servicio

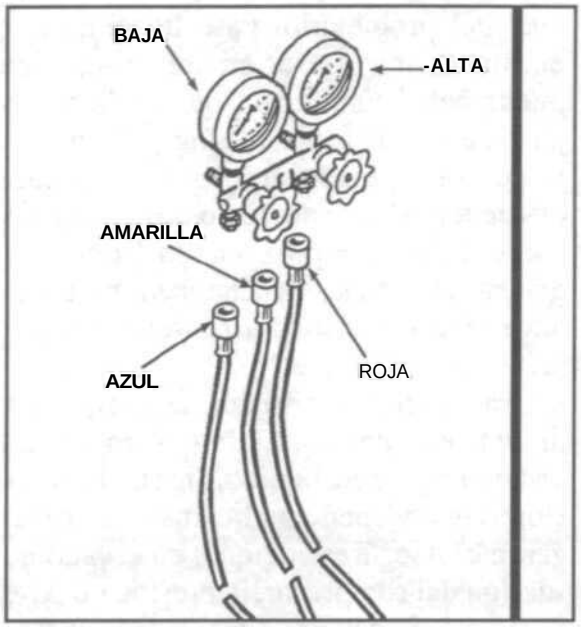


Fig. 66-3. Las mangueras del múltiple de pruebas tienen colores distintos, de acuerdo con sus funciones.

de muchos compresores.

Antes de conectar el múltiple, asegúrese de que sus válvulas estén cerradas. Póngase unos anteojos protectores o de seguridad. Conecte la manguera azul con el puerto de servicio de succión del compresor. Casi siempre, el lado de succión del compresor está marcado. Pero si no lo está, se puede indentificar porque la línea del evaporador está conectada con el lado de succión. Apriétela firmemente con la mano. Conecte la manguera roja con el lado de alta presión y apriétela firmemente con la mano.

En los acondicionadores de aire utilizados en los automóviles y camiones, se emplean dos tipos de válvulas de servicio. Una es de tipo Schrader; se instala en el puerto de servicio de muchos compresores. A veces, como ya lo indicamos, la manguera del múltiple lleva en su extremo un dispositivo para oprimir la válvula Schrader. Esto permite llegar al compresor para darle servicio.

El otro tipo es la válvula manual de servicio. Para que funcione, se hace girar el vastago. Las válvulas de este tipo tienen tres posiciones:

- Asentamiento delantero
- Asentamiento trasero
- Abierta

Asentamiento delantero. Cuando el vastago de una válvula de vastago se hace girar en el sentido de las manecillas del reloj hasta que se detiene, la válvula queda en asentamiento delantero. Esto cierra la válvula. Mediante el asentamiento delantero, el compresor se aisla del múltiple y del resto del sistema. La válvula de servicio de descarga nunca debe ponerse en asentamiento delantero mientras el compresor esté funcionando. Cuando funciona, el compresor bombea refrigerante y lo expulsa por la válvula de servicio. Si se le obstruyera esta salida, se dañaría. De hecho, hasta podría estallar.

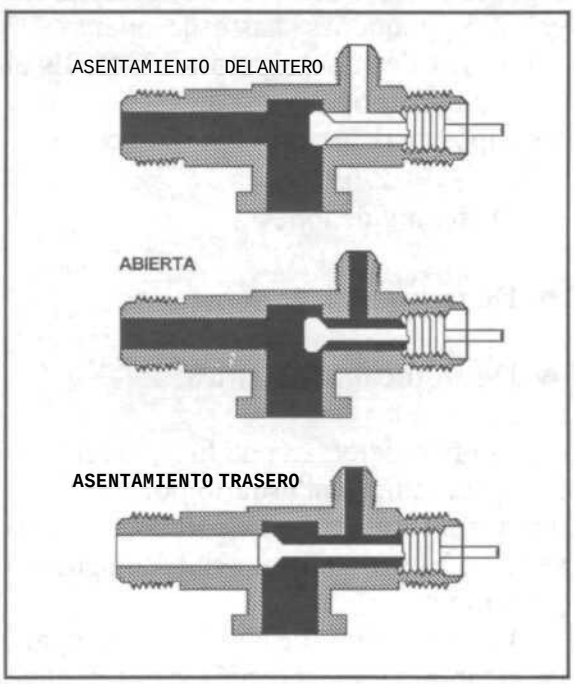


Fig. 66-4. Posiciones de las válvulas. Asentamiento delantero *(A)*. Asentamiento trasero *(B)*. Abierta *(C)*.

Asentamiento trasero. Cuando el vastago de una válvula se hace girar en sentido contrario al de las manecillas del reloj hasta que se detiene, la válvula queda en asentamiento trasero. La posición de asentamiento trasero cierra el acceso de servicio y abre el pasaje entre el compresor y la manguera de servicio.

Esto hace que se abra la válvula. Para el funcionamiento normal, la válvula siempre está en una posición de asentamiento trasero.

Abierta. Cuando el vastago de una válvula se hace girar entre una y media y dos vueltas en el sentido de las manecillas del reloj, a partir de una posición de asentamiento trasero, la válvula queda abierta. La posición abierta o intermedia abre el puerto de servicio. Cuando se da servicio a un sistema de enfriamiento, lo más común es que se abran las válvulas.

Las válvulas de servicio no siempre se encuentran en el compresor. Algunas veces se localizan en las líneas o en otras partes del sistema. En tal caso, hay que tener cuidado de que las líneas queden conectadas con las válvulas que les corresponden.

Es necesario purgar las mangueras al conectarlas. O sea, que se llenan de refrigerante para sacarles el aire. Este método se aplica a cualquier pieza que se conecte en el sistema de refrigeración.

Una vez que el múltiple esté conectado, se debe abrir ligeramente la válvula de baja presión del mismo múltiple. Se dejará abierta hasta que escape un poco de refrigerante por la manguera amarilla. Entonces se cierra la válvula. Mediante este procedimiento, la manguera azul queda purgada. Luego se hace lo mismo con la válvula de alta presión, para purgar la manguera roja.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Dispositivo para localizar fugas de refrigerante R-12. _____
2. Dispositivo más sencillo y que más se usa para detectar fugas. _____
3. Tipo de válvula utilizada en los acondicionadores de aire de automóviles y camiones. _____
4. Posición en la cual debe estar una válvula para el funcionamiento normal del sistema. _____
5. Posición del vastago de una válvula cuando éste se hace girar en el sentido de las manecillas del reloj hasta que se detiene. _____

a. Schrader
b. Asentamiento trasero
c. Soplete de haluro
d. Asentamiento delantero
e. Tipo dieléctrico

Respuestas

1. c, 2. e, 3. a, 4. b, 5. d.

Ahora que usted ya sabe la manera de conectar el múltiple, puede hacer las pruebas de la presión del sistema. Asimismo, puede cargar y descargar el sistema. Vamos a ver a continuación estos dos procedimientos.

Pruebas de la presión

El sistema de enfriamiento depende de la diferencia de la presión. Depende de la diferencia entre la presión del lado de alta y la del lado de baja. El lado de alta es aquel en donde la presión es alta. Abarca el compresor, la línea de descarga, el condensador y la línea del líquido. El lado de baja es aquel en donde la presión es baja. Abarca el evaporador y la línea de succión.

Debe medidarse la succión. Las lecturas de la presión le pueden revelar a uno mucho de lo que ocurre en el sistema. Las lecturas de la presión son una manera de revisar y localizar las fallas de un sistema para poder repararlas. Pero antes de probar la presión de un sistema, es necesario conectar el múltiple, conforme vimos en la sección anterior. Y es necesario abrir las válvulas de servicio para leer las presiones.

También se necesita una tabla de temperaturas para el R-12. En una de las primeras lecciones del curso tratamos sobre dichas válvulas. La Figura 66-5 es parte de la tabla de temperaturas y presiones para el R-12. Las temperaturas se muestran en grados Fahrenheit y las presiones en libras por pulgada cuadrada (psi).

Temp. Aire	Presión		Temp. Descarga
	alta	baja	
70	145-155	7-15	46-49
80	170-180	7-15	47-50
90	200-21	7-15	49-52
100	215-225	7-30	50-53
110	220-230	7-35	51-54

Fig. 66-5. Tabla de temperaturas y presiones para el R-12 de un sistema de refrigeración automotriz.

Las presiones de la Figura 66-5 representan un rango, porque las presiones exactamente correctas dependen de varios factores. Esos factores son:

- La capacidad del sistema
- El diseño del sistema
- La temperatura ambiente
- La humedad

En el sistema de refrigeración de un auto o camión puede haber diversas condiciones de presión. Cada condición que no es normal indica determinadas fallas. De modo que hay ciertas medidas que deben tomarse para resolver el problema. Esta es una manera de revisar y reparar el sistema. Por ahora, vamos a revisar y reparar el sistema de un vehículo, considerando únicamente la presión. Más adelante, en esta misma lección, trataremos acerca de este tema de manera más amplia.

Hay ocasiones en las cuales las presiones son normales, pero el sistema no enfría. Las causas pueden ser numerosas. Compruebe que el núcleo del calentador no esté caliente. Si lo está, revise la válvula de interrupción la cual impide que el agua caliente (el enfriador del motor) penetre en el núcleo del calentador.

Aveces, es posible que el sistema funcione bien en las mañanas pero no durante el resto del día. Por lo general, esto significa que el desecante del receptor-secador está lleno de humedad. Hay que reemplazarlo. Descargue el refrigerante, instale el nuevo receptor-secador y cargue el sistema otra vez.

A medida que los dos manómetros se aproximan a la misma lectura, la falla del compresor aumenta de grado. Si las presiones alta y baja son iguales, el compresor no está funcionando. Si el compresor tiene válvulas de interrupción, deberá aislarlo. De lo contrario, descargue el refrigerante. Compruebe que las piezas del compresor no estén gastadas ni dañadas. Cualquier parte gastada o dañada debe ser reemplazada. Tal vez sea necesario reemplazar el compresor.

Hay ocasiones en que la presión baja es inferior a la normal y la presión alta es igual o inferior a la normal. Lo más frecuente es que esto signifique que la carga del refrigerante está baja. Si el sistema tiene un vidrio de nivel, consúltelo. En caso de que se haya agotado el refrigerante, el vidrio de nivel estará claro o tendrá manchas de aceite. El manómetro de la presión baja dará una lectura de vacío. Si el sistema está cargado parcialmente, se verán burbujas ocasionales o continuas en el vidrio de nivel. El manómetro de la presión baja indicará una presión que depende de la cantidad de refrigerante que quede todavía en el sistema. Descargue el resto del refrigerante. Reemplace el receptor-secador. Haga las pruebas indicadas para determinar si hay fugas. Evacué y cargue el sistema. En una lección anterior, vimos de qué manera se evacúa y carga el sistema. Más adelante, en esta lección, repasaremos el procedimiento.

Si la presión es muy baja, es posible que el sistema tenga una fuga. Habrá que localizarla y repararla. En los sistemas de enfriamiento de autos y camiones, es normal que se pierda hasta la mitad del refrigerante de una a otra temporada, sobre todo si el sistema no se utiliza entre temporadas.

Cuando en ambos lados del sistema la presión es inferior a la normal, también puede ser indicio de que hay una obstrucción. Es posible que el flujo del aire a través del evaporador esté obstruido, o que tenga alguna restricción. Lo mismo podría estar sucediendo con el flujo del refrigerante a través del lado de alta presión del sistema. Los puntos de las líneas del refrigerante en donde es más probable que haya obstrucciones son los siguientes:

- La malla de la válvula de expansión
- La malla del receptor-secador
- Algún lugar en donde la humedad del sistema se ha congelado y obstruye una línea.
- La válvula de expansión que está dañada por humedad congelada

En caso de que el manómetro de la presión baja dé una lectura de vacío, es posible que haya una obstrucción total. Cierre el sistema y deje que se caliente hasta el mismo grado de la temperatura ambiente. Revise todas las líneas y compruebe que todas las conexiones estén selladas y bien apretadas. Ponga el motor en funcionamiento y fije el sistema en la po-

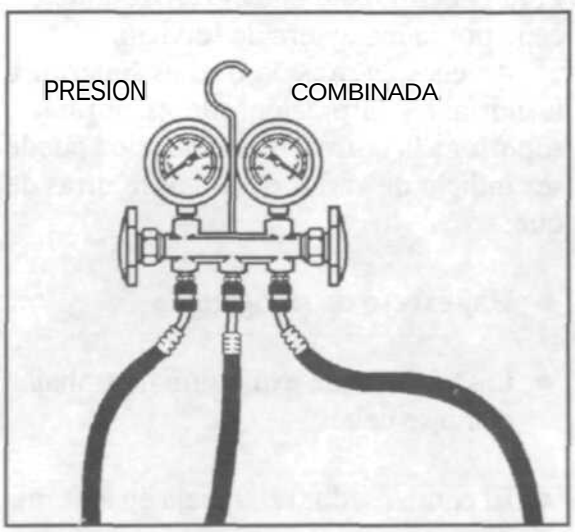


Fig. 66-6. Las lecturas de presión del múltiple revelan carga baja y fugas de refrigerante.

sición máxima. Si el evaporador se enfría, significa que la válvula de expansión se congeló debido a la presencia de humedad en el sistema. Descargue el refrigerante y reemplace el receptor-secador. Investigue si hay fuga y en caso de haberla, repárela. Evacué y cargue el sistema.

Si el evaporador no enfría después de que usted haya vuelto a poner el motor en funcionamiento, investigue si el sistema tiene obstrucciones. Revise entre el receptor-secador y la válvula de servicio de baja presión. Palpe todas las conexiones, las líneas y las piezas. Si alguna de ellas se siente fría o está helada, ahí es donde está la obstrucción.

Otras veces, la presión baja es normal y la presión alta es superior a la normal. Por lo general, esto significa que hay una sobrecarga de refrigerante. Esto rara vez sucede en la fábrica; usualmente se debe a que antes se le dio un mal servicio al sistema. Esta condición es causa de que el compresor haga un ruido excesivo. El compresor puede trabarse, y las mangueras pueden reventarse o estallar y separarse de sus conexiones. Si hay demasiado refrigerante descargúelo hasta que sólo quede en el sistema la cantidad correcta. Para hacerlo, deje que el refrigerante escape por la manguera de servicio.

A veces, la presión baja es superior a la normal y la presión alta es normal o superior a la normal. Esta situación puede ser indicio de varias cosas, entre otras de que:

- Hay exceso de refrigerante
- Las válvulas de expansión no trabajan como se debe
- El condensador no trabaja en la forma debida

Acaba usted de leer acerca de la condición del exceso de refrigerante. Si la válvula de expansión no cierra como se debe, el evaporador se inunda. Entonces, el refrigerante líquido se introduce en el compresor y lo daña. Además, éste se volverá muy ruidoso. En tal caso, el lado de succión del compresor estará más frío que en condiciones normales. Incluso puede cubrirse de escarcha.

Para arreglar esta falla, lo primero que debe hacerse es probar el sensor del termostato. Asegúrese de que esté en contacto con la salida del evaporador, y de que esté cubierto con cinta aislante. Si todo parece estar bien, cerciórese de que funcione el sensor. Quítelo del evaporador, caliéntelo con las manos y póngalo en unos hielos para que se enfríe. Fíjese en las presiones que resulten al hacer esto. Cuando el sensor está frío, la válvula de expansión debe cerrarse y el manómetro de baja presión debe mostrar una presión inferior a la normal. Cuando el sensor está caliente, la válvula de expansión debe abrirse y el manómetro de baja presión mostrar una presión superior a la normal.

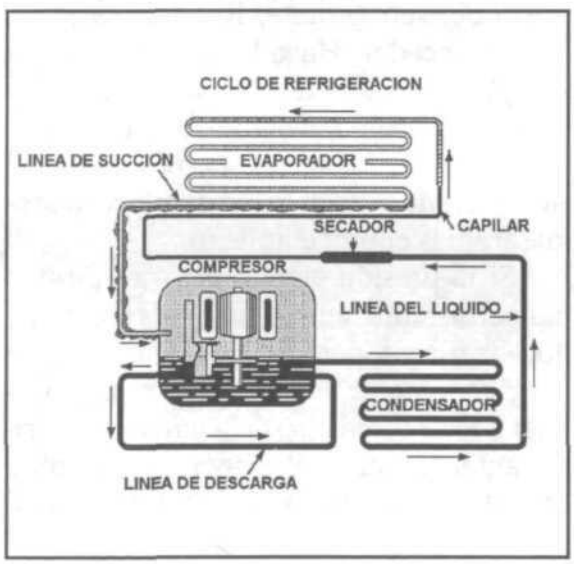


Fig. 66-7. Si el compresor tiene refrigerante líquido, es posible que el lado de succión se cubra de escarcha.

Son varias las razones por las cuales el condensador tal vez no trabaje en la forma debida. El flujo del refrigerante podría estar obstruido. La causa podría ser que el núcleo estuviese abollado, que el núcleo del condensador estuviera recubierto de aceite o que el receptor-secador estuviera tapado. La obstrucción se puede hallar palpando las piezas del lado de alta presión. Pero se debe hacer con cuidado, porque muchas de ellas están sumamente calientes. El punto de la obstrucción se sentirá más frío. Limpie el condensador. Asegúrese de que los ventiladores funcionen como se debe y de que el flujo del aire no se encuentre obstruido.

Cuando termine de hacer las pruebas de presión y cualquier otro servicio derivado, ponga las válvulas de servicio en posición de asentamiento trasero. Para ello, hágalas girar en sentido contrario al de las manecillas del reloj hasta que se detengan. Así, las válvulas se abren para ser usadas por el compresor. Quedan cerradas para el manómetro de presión. Al desconectar la manguera de la válvula, póngale un trapo en el extremo. Acuérdese de volver a poner los capuchones de servicio. Apriételos manualmente tanto como pueda. Una vez que haya terminado su trabajo, limpie el sistema y el sitio en que estuvo trabajando. Asimismo, limpie sus herramientas antes de guardarlas.

Cómo descargar, hacer pruebas de barrido, evacuar y cargar el sistema

Cuando descarga un sistema, se le quita el refrigerante. Usted tendrá que descargar sistemas por diversas razones. Este procedimiento se necesita en muchos trabajos de mantenimiento y reparación.

Primero, conecte los manómetros en el múltiple del sistema. Ponga una manguera larga en la conexión central del conjunto. Ponga el otro extremo de la manguera en una salida de escape o fuera del edificio en donde se esté haciendo el trabajo. Asegúrese de que las dos válvulas del múltiple se encuentren cerradas. Abra las ventanas. Ponga a funcionar el motor, y déjelo en marcha lenta. Fije el control de la temperatura del sistema de enfriamiento en su posición máxima. Ponga el interruptor del soplador en alto. Deje que el sistema funcione de esta manera durante 15 minutos. En el transcurso del procedimiento, la mayoría del aceite del compresor del sistema regresará al cárter.

Luego detenga el motor. Abra un poquito la válvula de alta presión del múltiple. Así, el refrigerante será descargado despacio. Deje que sea descargado hasta que el manómetro de alta presión indique cero. Ahora, abra la válvula de baja presión del múltiple. De este modo, se liberará cualquier refrigerante que haya quedado atrapado en el lado de baja del sistema.

A continuación haga la carga correspondiente a la prueba de barrido. Es una manera rápida y fácil de investigar si hay fugas. Esta carga también ayuda a secar el

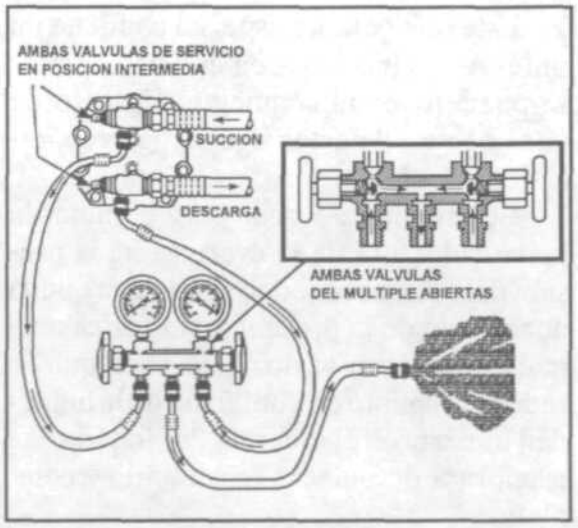


Fig. 66-8. Estas son las conexiones apropiadas para descargar el sistema de refrigeración de un automóvil o camión.

sistema, ya que expulsa la humedad que está atrapada dentro de él. El refrigerante utilizado para esta prueba no contiene aceite refrigerante. De manera que, antes de comenzar esta prueba, asegúrese de que el sistema tenga el aceite necesario. Si el compresor tiene que funcionar con menos aceite del que necesita, resultará seriamente dañado.

El manómetro del múltiple está conectado en el sistema. Conecte la manguera amarilla en el cilindro que contiene el refrigerante para pruebas. Abra la válvula surtidora del cilindro. Voltee el cilindro boca abajo y abra la válvula de alta presión del múltiple. Llénelo de refrigerante líquido únicamente por el lado de alta presión. Hágalo solamente cuando no estén trabajando ni el compresor ni el motor. Nunca ponga a funcionar el compresor cuando esté abierta la válvula de alta presión. Tampoco ponga a funcionar el motor si la válvula de alta presión está abierta. Afloje la conexión del múltiple para la manguera azul de baja presión. Deje que escape el aire hasta que el refrigerante también escape. Luego, vuelva a apretar la manguera. Por último, cierre la válvula de alta presión.

Este refrigerante especial contiene un tinte. Así, si hay fugas en el sistema, éstas se pueden ver rápidamente. En caso de que llegara a detectar alguna fuga, repárela de inmediato.

El sistema se evacúa para eliminar la humedad. Durante la evacuación, la presión del sistema se reduce hasta que queda por debajo de la presión atmosférica normal. Se crea un vacío. Esto hace que se reduzca el punto de ebullición de la humedad que hay en el sistema. Por lo tanto, se evaporará de manera más rápida y completa.

Para evacuar el sistema se necesita una bomba de vacío. Las hay de muy diversos tipos. Lo mejor es hacer la evacuación cuando las temperaturas del aire estén calientes. Una buena evacuación depende de los siguientes factores:

- La cantidad de vacío
- La temperatura del aire
- La duración del proceso

Cuanto más vacío se pueda crear, tanto mejor será la evacuación que se obtenga. Cuanto más alta sea la temperatura del aire, tanto mejor será la evacuación. Cuanto más tiempo se dedique a evacuar, tanto mejor será la evacuación consiguiente.

Primero, conecte el conjunto de manómetros en el múltiple y descargue el refrigerante, según lo explicado anteriormente. Después, conecte la manguera amarilla de servicio con la bomba de vacío. Ponga la bomba a trabajar. Abra la válvula de baja presión del múltiple. En unos cinco minutos, el manómetro le dará una lectura de vacío de unos 28" a 29" Hg.

En caso contrario, querrá decir que el

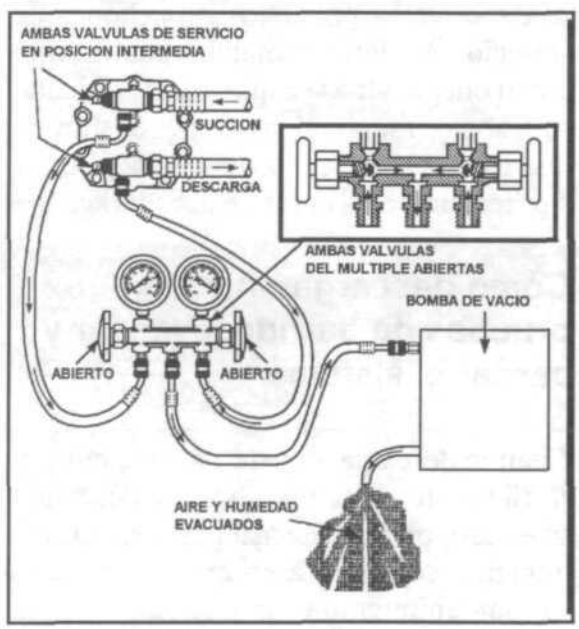


Fig. 66-9. Manera de conectar el manómetro del múltiple con la bomba de vacío.

sistema tiene algún problema. Si la presión desciende a una velocidad regular, algo está mal. Detenga la bomba. Cierre la válvula del múltiple. Si la presión aumenta, lo más probable es que haya una fuga. Si el manómetro de alta presión no indica presión de cero o menos, es posible que haya una obstrucción. Suspenda la evacuación y busque la obstrucción. Usted ya sabe cómo hacerlo: vimos el procedimiento en una de las secciones anteriores de esta lección.

Si el manómetro de baja presión desciende a una velocidad regular y el manómetro de alta presión indica cero o menos, es señal de que todo está bien. Abra la válvula de alta presión. De esta manera, el sistema puede ser evacuado más completamente. Evácuelo por lo menos durante 30 minutos.

Ahora es necesario cargar o llenar el sistema. Conecte la válvula surtidora de refrigerante en la manguera del centro. Gire la válvula de interrupción en el sentido de las manecillas del reloj para perforar el cilindro de refrigerante. Afloje la conexión del múltiple para la manguera del centro. Deje que escape refrigerante durante unos segundos. Vuelva a apretar la conexión. Ahora, la manguera del centro está llena de refrigerante y libre de aire.

A continuación, abra la válvula del múltiple para el manómetro de alta presión, y deje que penetre libremente en el sistema la mayor cantidad posible de refrigerante. La cantidad puede variar entre media libra y una libra. Esta es sólo una carga parcial. En este punto, ambos manómetros deben mostrar lecturas muy similares.

Cierre la válvula de alta presión del múltiple. Ponga el motor a trabajar, y hágalo funcionar como a 1,250 rpm. Ponga el sistema de enfriamiento en posición de máximo enfriamiento. Fije el control de la velocidad del soplador en su posición más alta. Abra la válvula de baja presión del múltiple. Deje que el refrigerante penetre despacio en el sistema. Siga llenándolo

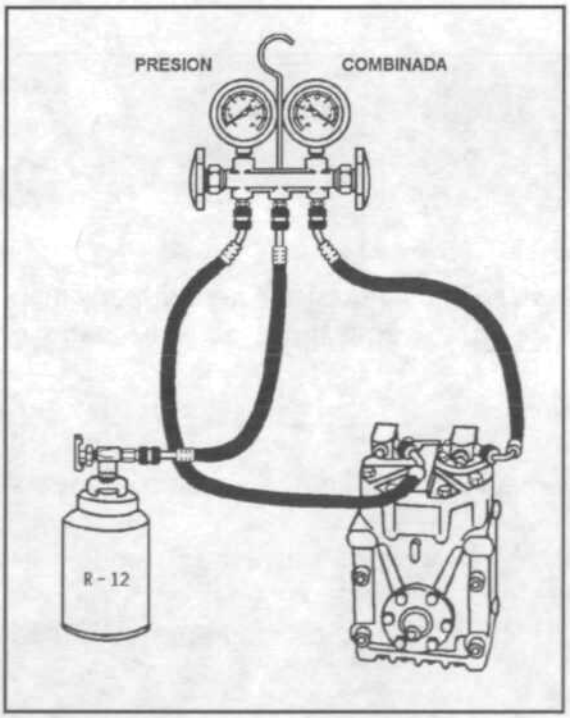


Fig. 66-10. Manera de conectar el manómetro del múltiple con el cilindro refrigerante para cargar el sistema de refrigeración de un automóvil o camión.

Fig. 66-11. Si usted tiene el pelo largo, sujéteselo antes de comenzar a trabajar.

hasta que el vidrio de nivel esté claro y ya no haya burbujas.

Cierre la válvula de baja presión del múltiple. Vea las lecturas de los manómetros. La lectura apropiada será entre 10 y 1 psi. En otras palabras: la lectura del manómetro de alta presión deberá ser como diez veces mayor que la del manómetro de baja presión. Las propias lecturas variarán según sea la temperatura del aire.

Cuando termine de cargar el sistema, póngale un trapo a los extremos de las mangueras y desconéctelas. Acuérdese de volver a poner los capuchones de servicio. Apriételos con la mano tanto como pueda. Limpie el sitio donde haya estado trabajando. Limpie también sus herramientas y guárdelas.

Reglas de seguridad

Recuerde que siempre que mida la presión de un sistema o que le dé servicio, es conveniente que observe algunas reglas de seguridad. En la lección anterior tratamos sobre varias de ellas. Ahora le presentamos otras reglas que le servirán para ser un mejor técnico:

- Asegúrese de que los vapores de escape puedan dirigirse hacia el exterior del edificio en donde esté trabajando.
- No toque el múltiple del escape. Casi siempre está muy caliente y le puede causar quemaduras de tercer grado.
- No deje herramientas en ningún sitio desde el que puedan caer sobre el ventilador del radiador.
- En todo momento, mantenga alejados de las bandas los ventiladores y de los ventiladores mismos las manos, los pies, el pelo y la ropa suelta o muy holgada.

Ejercicio de Autoevaluación

Escriba en los espacios vacíos el término que falta para completar las siguientes afirmaciones.

1. Si el sistema está parcialmente_____, se verán burbujas ocasionales o continuas en el vidrio de nivel.
2. En caso de que el manómetro de baja presión indique_____, es posible que haya una obstrucción total en el sistema.
3. La construcción del flujo de refrigerante en el sistema se puede hallar palpando las piezas del lado de_____presión.
4. Durante la evacuación del sistema, la presión se reduce hasta que quede por _____de la presión atmosférica normal.
5. Cuando el sistema se encuentra parcialmente cargado, ambos manómetros deben mostrar lecturas muy_____.

Respuestas

1. cargado. 2. vacío. 3. alta. 4. debajo. 5. similares.

Instalación del sistema de enfriamiento de un automóvil

Cuando vaya a instalar usted el sistema de enfriamiento de un automóvil, tenga en cuenta que habrá instrucciones aplicables a ese sistema particular. Esta sección contiene instrucciones generales para las instalaciones. Las podrá aplicar junto con las instrucciones específicas que vendrán con el sistema de enfriamiento.

Lea estas instrucciones como si se encontrara usted en el asiento del conductor. Asegúrese de que todas las líneas y conexiones del refrigerante lleven una tapa o un tapón en tanto no estén conectadas.

Ponga un par de gotas de refrigerante a todas las conexiones, para que sellen herméticamente. No las apriete demasiado, porque se dañarían. Por último, antes de empezar a hacer la instalación, desconecte el cable negativo de la batería.

A menos que pueda alcanzar fácilmente la polea del cigüeñal, tendrá que quitar el radiador. Primero, vacíe el radiador y desóncete las mangueras y las líneas. Quite la gualdera y los pernos de apoyo. Levante el radiador y sáquelo del automóvil.

Las instrucciones que vienen con el sistema le indicarán cómo debe instalar la

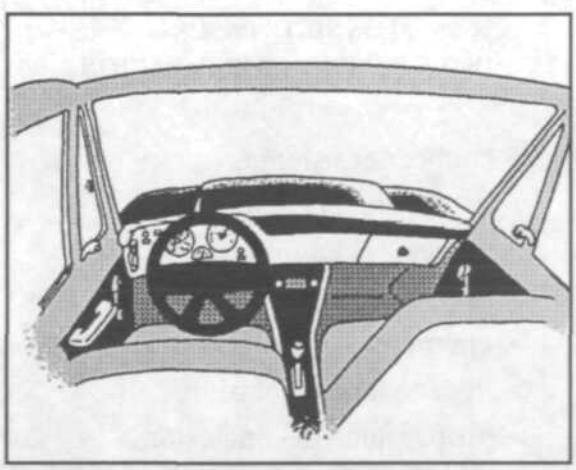


Fig. 66-12. Trabaje desde la perspectiva del asiento del conductor.

montura del compresor y el conjunto impulsor. Algunas veces, tendrá que instalar el compresor en su montura antes de colocarlo en el motor.

Lea las instrucciones que vienen con la caja del embrague. En ellas se indica la manera de instalar el embrague en el cigüeñal del compresor.

Luego necesitará una llave de horquilla. Es un dispositivo en forma de media luna, el cual encaja en una ranura de la flecha del compresor. También encaja en una ranura machihembra localizada en el cubo del embrague e impide que aquél gire. Compruebe la alineación de la llave de horquilla. Instale en el compresor la bobina del campo del embrague. Con la mano haga girar la polea. De esta manera podrá estar seguro de que girará libremente, así como de que nada se interponga entre el rotor y el campo del embrague. Con la arandela y el tornillo que vienen con el sistema apriete el rotor de modo que el cigüeñal quede sujeto firmemente. Cuando termine de instalar el sistema, acuérdese de volver a apretar este tornillo de presión. Si estuviera flojo, podría dañar la llave de horquilla, el cubo del embrague o el cigüeñal del compresor.

A continuación, instale el condensador. Debe ir entre el radiador y la parrilla. Colóquelo de manera que las conexiones queden del mismo lado que el compresor. Debe quedar entre 1.5 y 4.5 cm del radiador y lo más cerca posible del cofre. En el sistema se incluyen unas ménsulas y unos tornillos para metal con los cuales montar el condensador en la horqueta del radiador.

Ahora, instale las líneas del refrigerante. Tal vez tenga que hacer algunos agujeros en la parte superior de la horqueta del radiador. Ponga en los agujeros unos protectores, con objeto de que no se dañen las líneas.

Instale el receptor-secador en el pozo

de la salpicadera. Procure que quede en posición tan vertical como sea posible. El sistema viene con unos tornillos para metal y una abrazadera. Conecte el accesorio de entrada en el accesorio de 3/8 de pulgada que tiene el condensador.

Monte el evaporador debajo del tablero de instrumentos. Para ello, use los soportes de suspensión. Póngalos en cada extremo del evaporador, antes de montarlos debajo del tablero. Marque y haga los agujeros de acuerdo con los soportes de suspensión. Haga lo mismo en el caso de los agujeros de desagüe y los agujeros para las líneas del refrigerante.

Conduzca las líneas del refrigerante procedentes del compartimiento del motor a través de los agujeros que perforó. Conéctelas en los accesorios del evaporador apropiado. Luego asegure firmemente el evaporador.

El sistema de enfriamiento incluirá un diagrama esquemático. Como usted sabe, es un diagrama del tendido eléctrico. Utilícelo para completar el tendido eléctrico.

Conecte la línea de succión en el lado de succión del compresor. Conecte la línea del líquido en el receptor-secador, y la de descarga en el lado de descarga del compresor. Asegúrese de que las líneas del refrigerante no toquen los múltiples, ni los tubos de escape, ni partes del motor que se calienten, ni bordes afilados.

Una vez que haya instalado el sistema, será necesario que le haga la prueba de barrido, lo evacué y lo cargue. Ya antes, en esta misma lección, vimos los procedimientos respectivos.

Revisiones y reparaciones

Como técnico en refrigeración y aire acondicionado todos los días de trabajo necesitará recurrir a sus conocimientos sobre la investigación, localización y reparación de fallas. Estos conocimientos se ponen en práctica cuando se sabe que algo está mal, pero no se sabe qué. Hacen posible hallar con rapidez las causas de los problemas. Y una vez que se conoce la causa, es posible reparar cualquier falla.

Seguramente usted ya ha aprendido bastante acerca de este tema. Antes, en esta lección, vimos cómo se revisa y repara con un juego de manómetros del múltiple. También vimos los aspectos básicos de los sistemas de refrigeración, el porqué y cómo trabajan. En las lecciones anteriores, estudiamos algunas de las técnicas para la revisión y reparación de fallas. De manera que ahora puede aplicar alguno de sus conocimientos a la revisión y reparación de sistemas de enfriamiento de automóviles y camiones.

Conforme vayamos revisando el sistema de un vehículo imaginario, enunciaremos el problema. Luego hablaremos sobre sus posibles causas. Una vez que se conoce la causa, puede idearse fácilmente la manera de resolverlo. Esta vez, no volveremos a repasar la revisión y reparación con un juego de manómetros del múltiple. Ya lo hicimos antes, en esta misma lección.

LOS SIETE PASOS DE LA REVISIÓN Y REPARACIÓN

> conocer el sistema
> hablar con el cliente
> manejar el equipo
> inspeccionar el equipo
> enumerar las posibles causas
> llegar a una conclusión
> probar nuestra conclusión

Fig. 66-13. Siga estos pasos en sus visitas de servicio y será un técnico eficaz.

Problemas del sistema de refrigeración

El sistema enfría, pero no es eficiente. Cuando el flujo de aire es insuficiente, el sistema no puede enfriar lo suficiente, por lo que se debe comprobar el funcionamiento del soplador. ¿Hay alguna obstrucción en la red de distribución del aire? ¿Está tapado el evaporador? ¿Está cubierto de hielo?

Este problema también puede ser causado por una falla de la válvula de control de la temperatura del calentador. Revísela. Es posible que se necesite ajustaría o que haya que reemplazarla.

Siempre existe la posibilidad de que el dueño del vehículo no sepa cómo hacer funcionar el sistema. Esto es todavía más cierto actualmente, cuando muchos sistemas son de gran complejidad. Puede suceder que los controles del calentador o el control del ventilador se encuentren trabajando. En tal caso, explíquele al dueño de qué manera se usa el sistema. Pero hágalo con tacto.

El motor del ventilador soplador funciona, pero el aire no fluye. Es posible que el ventilador esté flojo en la flecha del motor. Revíselo. Tal vez esté tapado el filtro del aire o la entrada del aire. Limpíelo o reemplácelo, según se requiera.

El ventilador soplador no trabaja. Tal vez se haya fundido el fusible. En tal caso, podría deberse a un corto en el tendido eléctrico o en el motor. También podría ser el resultado de una sobrecarga. Instale un fusible nuevo. Si el fusible está bien, es posible que haya una conexión eléctrica mala. También puede ser que el motor del ventilador tenga una falla.

El compresor trabaja, pero está ruidoso. Es posible que las bandas se encuentren flojas o estén muy gastadas. Los tornillos podrían estar flojos o haberse caído. Tal vez esté rota una ménsula. Podría haber un exceso de refrigerante.

El compresor trabaja, pero el sistema no enfría. Nuevamente, asegúrese de que el calentador no se encuentre funcionando. Revise la carga del refrigerante. Si no tiene refrigerante, o tiene muy poco, el sistema no puede enfriar.

El compresor no trabaja. Tal vez se haya fundido el fusible. En tal caso, investigue si hay un corto en el tendido eléctrico. Podría tratarse de no más que una sobrecarga pasajera. Reemplace el fusible. Si el fusible está bien, revise el interruptor de supercalor. ¿Está abierto? Vea si hay conexiones malas. ¿Está roto el interruptor del termostato? Revise el aceite.

El ventilador del condensador no trabaja. Es posible que se haya fundido el fusible. Como siempre, esto se debe a un corto o a una sobrecarga. Si el fusible está bien, revise las conexiones eléctricas y el motor del ventilador. Asimismo, cerciórese de que el ventilador no esté flojo en la flecha del motor.

Unidades independientes de refrigeración para remolques

Habrá ocasiones en las que tendrá que dar servicio a unidades de enfriamiento de tractocamiones. Los remolques refrigeradores se llaman también "refris", como en la palabra refrigerado. Tienen una unidad independiente de refrigeración. Ahora vamos a ver una de las más populares que es bastante representativa de los sistemas de enfriamiento y calefacción para remolques.

Este típico sistema de enfriamiento y calefacción es una unidad totalmente eléctrica, que se instala en el frente del remol-

que. Es de una sola pieza y totalmente independiente. Puede haberse diseñado para enfriar, calentar o ambas cosas. Para el enfriamiento, se usa un compresor semihermético. Este funciona con corriente trifásica de 220 voltios y 60 ciclos. El sistema tiene tres cilindros y está clasificado como de cinco caballos de fuerza. Un interruptor de circuito lo protege contra la sobretemperatura y las sobrecargas. Si el compresor se calienta demasiado, el interruptor se cierra. Entonces, el compresor vuelve a funcionar. Para la calefacción, se usan unas tiras de calentamiento por resistencia. Algunos modelos tienen controles de temperatura; otros tienen ductos verticales de descarga del aire que penetran en el techo del remolque.

Cuando el tractocamión está circulando, un generador eléctrico instalado debajo del remolque proporciona la corriente eléctrica. Este generador es impulsado por un motor diesel. Cuando el remolque se estaciona en un andén, y se conecta a una toma de corriente, obtiene electricidad de 220 voltios.

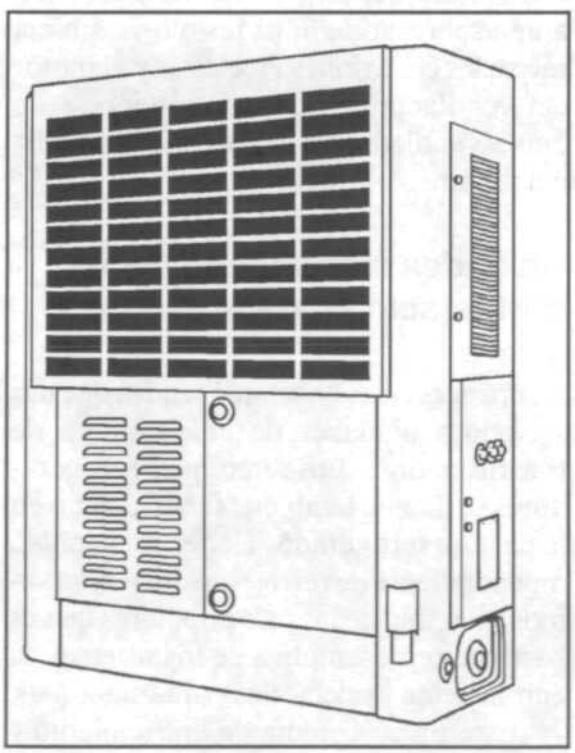


Fig. 66-14. Vista de frente de un típico sistema de refrigeración y calefacción para remolques.

Fíjese bien en el lado derecho del sistema de refrigeración y calefacción para remolques que se muestra en la Figura 66-14, verá que tiene varias perillas e interruptores. Este es el panel de control de la unidad. Además de los interruptores, lleva otros dispositivos de control.

Interruptor de apagado y encendido. Cuando este interruptor está en la posición de encendido, y si los otros interruptores se han fijado en la forma debida, la unidad funciona. Cuando está en la posición de apagado, la unidad no funciona.

Interruptor de frío y calor. Cuando este interruptor está en la posición de frío, la unidad funciona hasta que la temperatura del remolque alcanza la fijada en el termostato. Entonces se detiene. Vuelve a funcionar cuando el aire del remolque rebasa cierta temperatura prefijada. Cuando el interruptor está en la posición de calor, la unidad funciona hasta que el remolque llega a la temperatura fijada en el termostato. Entonces se detiene. Vuelve a funcionar cuando el aire del remolque baja de cierta temperatura prefijada.

Interruptor de ciclo y continuidad. Este interruptor controla cuándo y de qué manera funcionan los ventiladores. Si está en la posición de ciclo, los ventiladores trabajan sólo cuando la unidad trabaja. Cuando la unidad termina su ciclo, los ventiladores se detienen. ¿A qué ventiladores nos estamos refiriendo? A los del condensador y el evaporador. Si el interruptor está en la posición de continuidad, los ventiladores trabajan durante todo el tiempo que la unidad esté trabajando. Esté o no esté en el ciclo la unidad, los ventiladores funcionan.

Interruptor de deshielo manual. Para descongelar la unidad, se oprime este interruptor. Si la unidad necesita descongelarse, lo hará; en caso contrario, seguirá enfriando. Más adelante, en esta misma lección, trataremos en detalle la refrigeración.

Fusibles. La unidad lleva un pequeño fusible, de 5 amperios, el cual protege el circuito de control de 24 voltios. También usa tres fusibles más grandes, de 10 amperios cada uno, para proteger los circuitos del calentador.

Termostato. El termostato se fija de acuerdo con la temperatura que se desea para el remolque. Entonces, el termostato mantiene esa temperatura en el vehículo.

Termómetro. El termómetro indica la temperatura del aire que es devuelto a la sección del evaporador. Este aire será el más caliente que haya en el remolque.

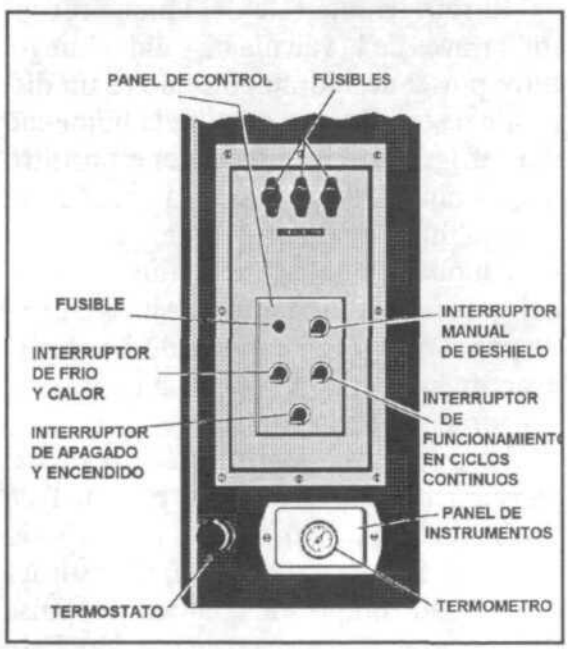


Fig. 66-15. Así se ve de cerca el panel de control del típico sistema de refrigeración y calefacción para remolques.

Manómetro combinado. Este dispositivo indica la presión existente en la línea de regreso al cárter del compresor.

Cuando usted haga arrancar el sistema de refrigeración y calefacción del remolque, hágalo de acuerdo con el procedimiento siguiente:

- Conecte la unidad en su fuente de energía.
- Ajuste el termostato en la temperatura deseada.
- Coloque el interruptor de frío y calor en la posición deseada.
- Ponga el interruptor de ciclo y continuidad en la posición deseada.
- Ponga el interruptor de apagado y encendido en la posición de encendido.
- Compruebe la rotación de los ventiladores.
- Verifique la lectura del manómetro combinado.

Si el tractocamión anda en la carretera o está por salir a la carretera, su fuente de energía será el generador que va colocado debajo del remolque. Recuerde que lo impulsa un motor diesel. Si el remolque se encuentra estacionado en un andén, la fuente de energía será una toma de corriente CA trifásica de 220 voltios y 60 ciclos.

Es importante comprobar la rotación de los ventiladores, porque en caso de que fuera incorrecta el aire sería expulsado a través del serpentín del condensador. Más adelante, en esta misma lección, cuando tratemos sobre las revisiones y reparaciones veremos las lecturas de la presión.

Ejercicio de Autoevaluación

Escoja de la lista de la derecha el término que corresponda a cada una de las afirmaciones de la izquierda. Luego, anote en las líneas del centro la letra que identifica el término elegido.

1. Sitio donde se instala el receptor secador del sistema. _____
2. Sitio donde se instala el evaporador. _____
3. Tipo de prueba que se hace al sistema una vez que éste ha sido instalado. _____
4. Tipo de compresor que se emplea en un sistema de refrigeración de camión. _____
5. Tipo de interruptor que controla cuándo y de qué manera funcionan los ventiladores. _____

a. Bajo el tablero de instrumentos
b Pozo de la salpicadera
c. De ciclo y continuidad
d. Barrido
e. Semihermético

Respuestas

1. b, 2. a, 3. d, 4. e, 5. c.

Ciclo de refrigeración de la unidad refrigeradora del remolque

Todos los ciclos de refrigeración son muy parecidos. Estos ciclos se basan en la ley física de que el calor se traslada de una sustancia más caliente a otra más fría. El refrigerante líquido absorbe calor a medida que se evapora y se convierte en gas. Entonces se deshace del calor y se convierte en líquido otra vez.

En el típico sistema de refrigeración y calefacción que se instala en remolques, el evaporador se enfría a medida que el refrigerante absorbe calor y se transforma en gas. El ventilador del evaporador hace circular aire por encima de los serpentines. Así, se envía aire frío a través del remolque para enfriar la carga. El gas ya caliente es bombeado y expulsado del evaporador. Es enviado hacia el serpentín del condensador, donde cede su calor y vuelve a su forma líquida. El refrigerante líquido va hasta el tanque receptor y desde ahí vuelve a circular por el sistema.

El refrigerante sale del tanque receptor a través de la válvula de salida. Luego, fluye por el deshidratador, que es un dispositivo secador que elimina la humedad del refrigerante. También tiene un filtro que elimina cualquier materia extraña que se haya introducido en el sistema.

Entonces, el refrigerante fluye a través del intercambiador de calor. Ahí es enfriado por el refrigerante que se desborda del evaporador, de modo que cuando llega al evaporador ya está frío.

Pero antes, pasa por la válvula de expansión, la cual dosifica la cantidad de refrigerante que penetra en el evaporador. Ahí hierve, o se evapora, al absorber el calor. El compresor bombea y expulsa del evaporador al gas a baja presión. Este pasa por el acumulador, donde cualquier vestigio de refrigerante hierve. El aceite se

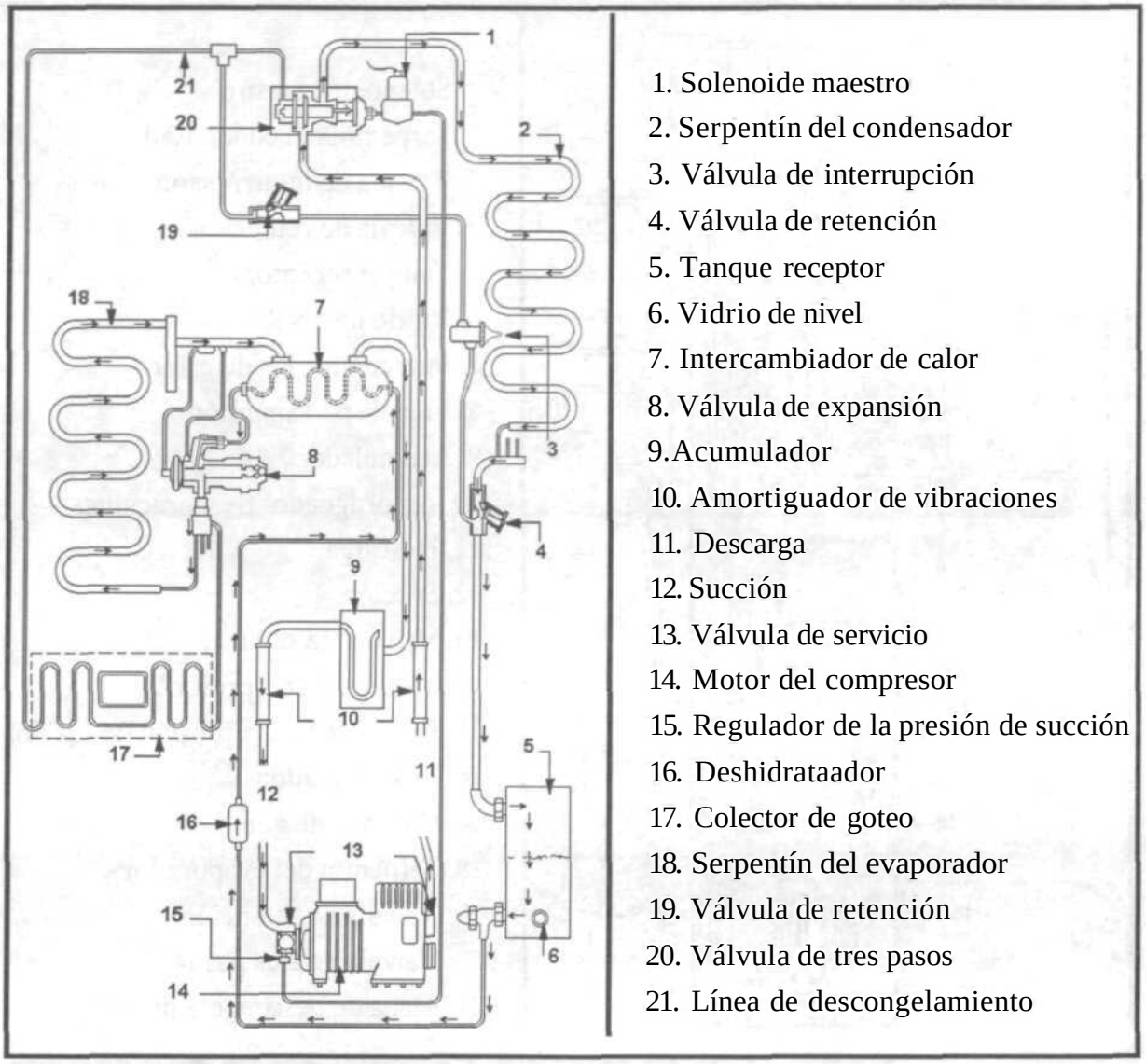


Fig. 66-16. Ciclo de refrigeración de un típico sistema de refrigeración y calefacción para remolques.

acumula en el acumulador, y penetra en la línea de succión a través de un agujero de purgado que se localiza en el tubo "U" del acumulador. Luego, regresa al compresor. En el compresor, el gas refrigerante a baja presión se convierte en un gas a alta presión, el cual es bombeado hacia el condensador. Ahí cede su calor al aire circundante, que está más fresco y otra vez se convierte en líquido. Entonces fluye hacia el receptor para iniciar un nuevo ciclo.

Este es el mismo ciclo de refrigeración sobre el que hemos tratado una y otra vez en el transcurso de estas lecciones. Seguramente usted ya se lo sabe de memoria.

Cómo descongelar la unidad refrigeradora de un remolque

Al igual que muchas unidades de refrigeración, los sistemas de remolques necesitan ser descongelados. Esto se hace con gas caliente. En una lección anterior estudiamos este método, pero lo repasaremos ahora.

En un sistema de remolque, el ciclo de

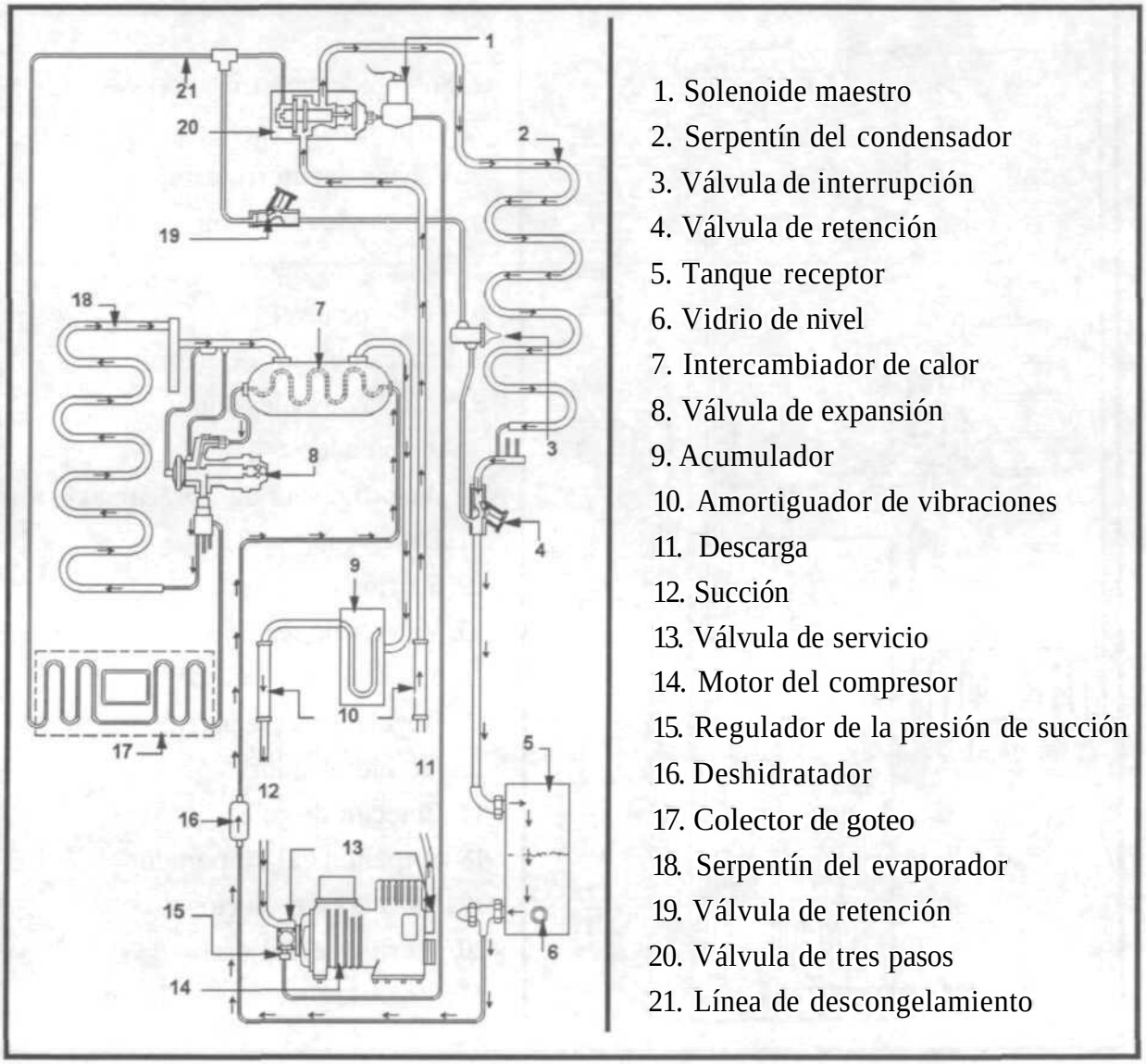


Fig. 66-17. Ciclo de descongelamiento de un típico sistema de refrigeración para remolques.

descongelamiento puede iniciarse de cualquiera de estas dos maneras: (1) Mediante el interruptor del diferencial de la presión neumática, o (2) mediante el interruptor manual de descongelamiento. En ambos casos, el ciclo es detenido por el termostato de descongelamiento.

El interruptor del diferencial de la presión neumática funciona del modo siguiente. El interruptor siente qué tanta oposición encuentra el aire que fluye a través del serpentín del evaporador. Cuando el hielo se acumula en el serpentín, el interruptor se cierra, haciendo que funcione la unidad de descongelamiento y que se envíe electricidad a un solenoide maestro. Entonces, se bombea gas refrigerante caliente procedente del compresor hasta el serpentín calentador del colector de goteo. Desde ahí, pasando por el distribuidor, llega hasta el serpentín del evaporador. Cuando el serpentín está libre de hielo y su temperatura aumenta a 10 °C (50 °F), se abre el termostato de descongelamiento. Con ello, el ciclo de refrigeración se inicia otra vez.

Fíjese en la Figura 66-17 en la línea que sale de la línea de descongelamiento, pasa por la válvula de retención y llega hasta la válvula de interrupción. Durante el ciclo de descongelamiento, esta línea presuriza el tanque receptor. Esto impide que se acumule el refrigerante líquido. La presión en el receptor impulsa al refrigerante líquido hasta la válvula de expansión. De este modo, se aumenta la presión de operación durante el descongelamiento. Cuando se aumenta la presión, se aumenta el calor, lo cual significa que el ciclo de descongelamiento transcurre con más rapidez.

Fíjese en la segunda válvula de retención en la línea que baja de la válvula de interrupción. Se encuentra entre el condensador y el receptor. Esta válvula impide que el refrigerante penetre en el condensador cuando se presuriza el receptor durante el ciclo de descongelamiento.

Revisiones y reparaciones de las unidades refrigerantes de remolques

Como usted verá, esta tarea no se diferencia casi nada de la de revisar y reparar cualquier otra unidad de refrigeración. Como de costumbre, se empieza instalando el juego de manómetros del múltiple. En la Figura 66-18 se enumeran los pasos para hacerlo.

Naturalmente, verificará el compresor. Una vez que haya instalado los manómetros del múltiple, ponga la unidad en funcionamiento. Luego, poco a poco, ponga la válvula de servicio de succión en posición de asentamiento delantero. Espere a que el manómetro combinado indique un vacío de 20 a 25 pulgadas. Cuando lo haga, detenga la unidad. Si la presión aumenta, repita los pasos anteriores. Es posible que aumente conforme se evapora el resto del refrigerante en el aceite del compresor. Cuando el manómetro vuelva a indicar de 20 a 25 pulgadas de vacío, detenga la unidad. Ahora, observe el manómetro compuesto. La presión debería aumentar, pero sin exceder 10 pulgadas en un período de tres minutos. En caso de que aumente más aprisa, la unidad tiene una falla. Es posible que haya una fuga en el sello del plato de válvula del compresor. Tal vez el solenoide maestro tenga una fuga. Quizá no esté bien apretado el asentamiento delantero de la válvula de servicio de succión. Revise estas cosas antes que nada.

Como usted sabe, la técnica de la investigación, localización y reparación de fallas lo ayuda a organizar sus conocimientos sobre sistemas de refrigeración. Es una manera de descifrar los problemas. Primero estudia uno el problema y luego, con base en lo que conoce sobre sistemas de refrigeración, decide cuáles pueden ser sus causas. Una vez que se conoce la causa, se puede encontrar la manera de resolver el problema. En una lección anterior, vimos este tema muy ampliamente. Mucho de lo que aprendió usted entonces lo puede aplicar ahora. A continuación, enumeraremos los problemas, causas y soluciones más comunes en la revisión y reparación de sistemas de refrigeración de remolques.

El compresor no funciona. Tal vez esté abierto el interruptor de línea del motor. En tal caso, ciérrelo o reemplácelo. Puede ser que se haya fundido el fusible. De ser así, reemplácelo. Si la sobrecarga se disparó, determine la causa y elimínela. Tal vez se haya quedado atorado el interruptor de control. Repárelo o reemplácelo. El pistón pudiera estar atascado. Quite la tapa del motor, y vea si hay piezas que se encuentren atoradas o válvulas rotas. Si el compresor o los cojinetes del motor se han

INSTALACIÓN DEL MANÓMETRO DEL MÚLTIPLE

- Limpie el área alrededor de las válvulas pasándole un trapo limpio.
- Quíteles los capuchones a las válvulas de servicio.
- Ponga las válvulas de servicio en asentamiento trasero (es decir: gire los vastagos en sentido contrario).
- Quite los tapones de los extremos de las líneas de los manómetros del múltiple.
- Quíteles los capuchones a las conexiones de los puertos de servicio.
- Conecte y apriete bien la línea del manómetro de alta presión en la válvula de servicio de descarga.
- Conecte la línea del múltiple del manómetro combinado, dejándola un poco floja, con la válvula de servicio de succión.
- Asegúrese de que la conexión central del manómetro del múltiple esté cubierta.
- Abra la válvula de servicio de descarga para que el refrigerante purgue el múltiple y las líneas.
- Apriete la línea del múltiple del manómetro combinado que está conectado con la válvula de servicio de succión.
- Cierre las dos válvulas de los manómetros del múltiple.

Fig. 66-18. Forma correcta de conectar un manómetro del múltiple al sistema de refrgeración de un remolque.

congelado, es posible que pueda repararlos. Pero es probable que tenga que reemplazar el compresor. Tal vez no haya suficiente refrigerante, lo cual haría que la sobrecarga se dispare una y otra vez. Si falta refrigerante, recargue la unidad. En una sección posterior de esta misma lección, le diremos cómo hacerlo.

El ciclo de la unidad es muy corto. La unidad arranca y luego se detiene casi de inmediato. Esto puede deberse a que la válvula de descarga tenga una fuga. Revísela. Es posible que la sobrecarga del motor del compresor se esté desconectando. Las causas pueden ser que la presión superior sea alta, los cojinetes estén muy ajustados, los pistones se encuentren atorados o el condensador esté tapado. En su momento, estudiaremos algunas de estas condiciones. Quizá no haya la cantidad de refrigerante debida. Investigue si hay una fuga. Recargue el sistema. Si la válvula de expansión tiene una fuga, reemplácela. Revise el ventilador y el flujo del aire.

El compresor no arranca, pero zumba. Compare el tendido eléctrico con el que se muestra en el diagrama respectivo. Pruebe el voltaje. Cerciórese de que los contactos del relevador cierren bien. Revise los devanados. Asegúrese de que el devanado del estator esté conectado a tierra. Si los plomos están en buenas condiciones, reemplace el estator. En una lección anterior, vimos cómo se hacen estas pruebas. En caso necesario, puede consultarla. Compruebe la presión alta de descarga. Asegúrese de que esté abierta la válvula de interrupción de la descarga. Revise el nivel del aceite en el compresor.

La unidad trabaja durante mucho tiempo, o todo el tiempo. Esto puede suceder si falta refrigerante o si los contactos del control están congelados. Puede ser cau-

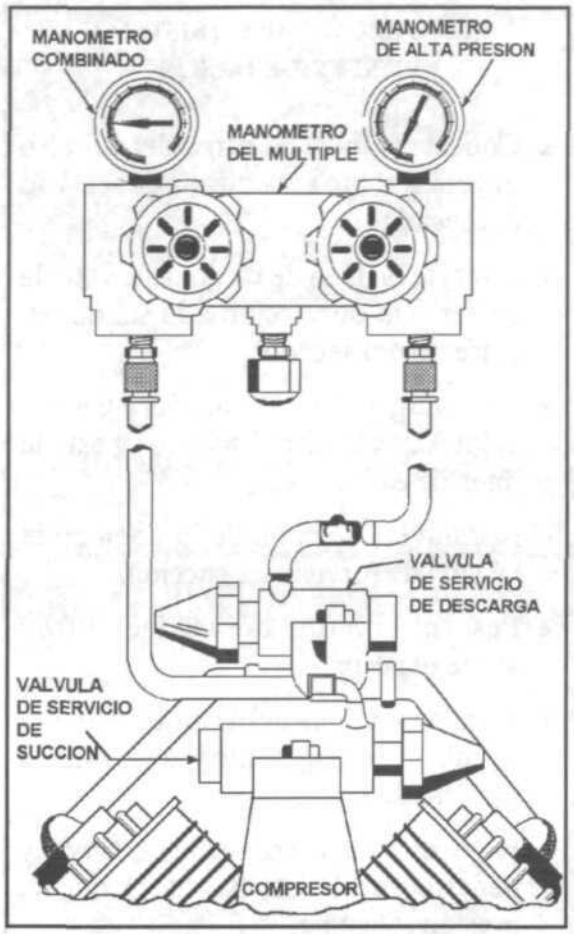


Fig. 66-19. Utilice un manómetro múltiple para verificar y dar servicio a un sistema de refrigeración.

sado por un condensador sucio o por la presencia de aire en el sistema. En caso de que el sistema tenga aire, purgúelo. Revise las válvulas y los pistones del compresor. Compruebe si el serpentín del evaporador tiene hielo o si está obstruido. Es posible que se necesite ajustar la válvula de expansión. Verifique las líneas del refrigerante, y asegúrese de que no estén obstruidas.

La presión superior es demasiado alta. Esto puede deberse a una sobrecarga de refrigerante. En tal caso, purgúelo. También puede deberse a la presencia de aire en el sistema. Tal vez el condensador esté sucio u obstruido. Asegúrese de que el ventilador trabaja.

La presión superior es demasiado baja. Esto puede ser ocasionado por una falta de refrigerante. En tal caso, investigue si hay fugas; y si encuentra alguna, repárela. Recargue la unidad. Revise las válvulas de succión y descarga del compresor. Quizá sea necesario limpiarlas. Podría haber fugas en los sellos del plato de válvula. En tal caso, reemplácelos.

La unidad hace ruido. Cuando el compresor no tiene suficiente aceite, la unidad hace mucho ruido. Añada aceite hasta el nivel apropiado. Pruebe los soportes. Si están flojos, apriételos. Vea si el compresor tiene refrigerante o aceite cenagoso. Es posible que necesite ajustar el nivel del aceite o el del compresor. Revise que la válvula de expansión no tenga fugas.

Hemos visto este tema desde la perspectiva de los refrigeradores y los sistemas para automóviles. En la siguiente sección, lo estudiaremos en función de los sistemas para remolques.

Cómo evacuar y volver a cargar los sistemas de refrigeración de remolques

Cuando una unidad pierde toda su carga, o casi toda, es necesario evacuarla. En otras palabras, se le deben extraer todo el aire y toda la humedad antes de volver a cargarla. En la Figura 66-20 se enumeran los pasos que se deben seguir para evacuar el sistema de refrigeración de remolques.

Una vez evacuado el sistema, se puede proceder a cargarlo otra vez. Para ello, se deben seguir los pasos enumerados en la Figura 66-21.

No ponga el compresor en funcionamiento cuando el sistema tenga un alto vacío. Si lo hace, el refrigerante puede entrar demasiado rápidamente y expulsar el aceite del compresor, lo cual lo daña.

COMO EVACUAR UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

- Encuentre y repare todas las fugas.
- Conecte la línea de carga del cilindro de refrigerante con la válvula de servicio de succión o con la conexión central del manómetro múltiple.
- Ponga la válvula de servicio de descarga en asentamiento trasero.
- Abra la válvula de servicio de succión que comunica con el compresor.
- Abra el cilindro de refrigerante y cargue el sistema a 30 libras de presión.
- Cierre la válvula del cilindro y compruebe que no haya fugas.
- Si encuentra fugas, purgúelas.
- Si no encuentra fugas, o una vez que haya hecho las reparaciones necesarias, libere la presión del sistema cerrando parcialmente la válvula de servicio de descarga.
- Conecte una bomba de vacío a la válvula de servicio de descarga.
- Evacué el sistema a 28 pulgadas de vacío.
- Continúe evacuándolo durante 20 minutos, con la bomba en funcionamiento.

Fig. 66-20. Manera de evacuar el sistema de refrigeración.

COMO RECARGAR UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

- Conecte la línea de carga del cilindro de refrigerante a la entrada de servicio del secador.
- Conecte la línea de carga de la válvula de servicio de succión a la salida del extremo del secador.
- Para purgar el aire, transfiera gas del cilindro, a través del secador, hasta la línea de carga.
- Apriete la conexión de la línea en la válvula de servicio de succión.
- Pese el cilindro de refrigerante y anote el peso.
- Abra como dos vueltas la válvula del cilindro de refrigerante y la válvula de servicio de succión.
- Deje que el refrigerante fluya y penetre en el sistema, hasta que la presión se iguale.
- Ahora, ponga el compresor en funcionamiento.
- Déjelo funcionando hasta que se haya bombeado al sistema la cantidad de refrigerante adecuada.
- Vigile la escala, para evitar que haga una carga insuficiente o excesiva.
- Ponga la válvula de servicio de succión en asentamiento trasero.
- Cierre la válvula del cilindro de refrigerante.
- Desconecte el equipo de carga.
- Reemplace y apriete los capuchones de las válvulas de servicio.

Fig. 66-21. Manera de recargar un sistema de refrigeración.

Mantenimiento del sistema de refrigeración de un remolque

Conservar una carga apropiada de refrigerante es uno de los trabajos de mantenimiento más importantes. Cuando falta refrigerante, la temperatura del remolque no puede alcanzar suficiente frío. Y si hay demasiado, el compresor se desgasta más rápidamente.

Existen diversas maneras de saber si falta o no refrigerante. Una es verificar la presión de succión que disminuye conforme se reduce la carga de refrigerante.

Otra manera es cubrir el evaporador con una bolsa o una caja. Hay que amarrarla, para que no se vuele. Pero antes, ponga dentro un termómetro. Coloque los manómetros del múltiple y haga que la unidad enfríe hasta que la temperatura del interior de la bolsa o la caja sea de unos 18 °C (como O °F). Para obtener esta temperatura, tendrá que dejar que la bolsa o la caja filtren un poquito. Fíjese en el manómetro combinado. Deberá mostrar que la presión de succión es de cero libras. La presión de descarga deberá ser de 150 libras (unos 69 kg). En caso de que sea más baja, ponga un pedazo de cartón sobre el serpentín del condensador. Ahora, deberá poder ver refrigerante en el vidrio de nivel del tanque receptor. En caso contrario, sabrá que hay una falta de refrigerante.

Para añadir refrigerante, ponga la válvula de servicio de succión en asentamiento trasero. Quítele el capuchón y colóquele, un poco suelta, la línea de carga. Ponga el otro extremo en el cilindro del refrigerante. Recuerde que el cilindro debe estar en posición vertical, para que salga nada más gas refrigerante. Cerciórese de que haya un secador de servicio entre el cilindro de refrigerante y la unidad, de manera que sólo entre refrigerante seco.

Luego, abra el cilindro, pero únicamente dos vueltas, para purgar el aire de la línea de carga. Ahora, apriete el extremo de la línea de carga que colocó en la válvula de servicio de succión. Ponga la unidad en funcionamiento. Gire dos veces, en el sentido de las manecillas del reloj, la válvula de servicio de succión. Asegúrese de que la presión de descarga se conserve en 150 libras. Tal vez necesite poner un pedazo de cartón sobre el serpentín del condensador, con objeto de conservar esa presión. Cada dos minutos, ponga en asentamiento trasero la válvula de servicio de succión. Deje la unidad trabajando durante 15 minutos, y entonces compruebe el nivel del refrigerante con el vidrio de nivel. Siga añadiendo refrigerante hasta que haya la cantidad suficiente. Cuando la unidad esté totalmente cargada, ponga en asentamiento trasero la válvula de servicio de succión. Cierre la válvula del clindro de refrigerante. Separe la línea de carga de la válvula de servicio de succión. Reemplace el capuchón y apriételo con la mano.

Como técnico en servicio, es posible

Fig. 66-22. Cuando la temperatura es cero, la presión de succión es cero y la presión de descarga es 150, se debe poder ver el refrigerante en el vidrio de nivel.

que tenga la responsabilidad de hacer las revisiones de mantenimiento periódicas que requieren los sistemas de refrigeración de remolques. La prueba fundamental es la inspección anterior a la carga. Es entonces cuando se debe ver si la unidad tiene algún daño. Revise las principales conexiones eléctricas. Ponga la unidad en funcionamiento y vea cómo trabaja. Después de las primeras 50 horas, engrase los cojinetes de la flecha del ventilador. Vuelva a hacerlo después de cada 1,000 horas de funcionamiento.

Algunas de las pruebas se deben hacer después de cada 200 horas de funcionamiento. Revise la banda impulsora del ventilador. Deberá encontrarse en buen estado. Pruebe su tensión, empujándola con un dedo. La sección más larga deberá ceder como 190 mm. Revise cuidadosamente todo el sistema, para comprobar que no tenga fugas. Para ello, use un detector de fugas, ya sea de haluro o electrónico. Limpie el serpentín del condensador con un chorro de aire dirigido contra el serpentín desde el lado del ventilador. Pruebe los pernos de montaje del compresor y del motor del ventilador. Verifique en qué condición se encuentran los alambres y las terminales eléctricas. Revise la carga de refrigerante y el nivel del aceite del compresor. Limpie los desagües de descongelamiento. Ponga la unidad en funcionamiento y vea cómo trabaja.

Después de cada 1,000 horas de funcionamiento debe engrasar los cojinetes de la flecha del ventilador. Cada 2,000 horas de funcionamiento, debe revisar el arranque maestro y los relevadores, para comprobar que no tengan puntos quema-

Ejercicio de Autoevaluación

Encierre en un círculo la letra V si considera verdadera la afirmación, o la letra F si la considera falsa.

1. Los sistemas de refrigeración de los remolques se descongelan con gas caliente.	F	V
2. Cuando el serpentín del evaporador está lleno de hielo y su temperatura aumenta a 10 °C (50 °F), el termostato de descongelamiento se abre.	F	V
3. Cuando el compresor no trabaja, tal vez esté abierto el interruptor de la línea del motor.	F	V
4. Cuando el compresor no tiene suficiente aceite, la unidad hace mucho ruido.	F	V
5. Al revisar el sistema, el técnico se debe asegurar de que la presión de descarga se conserve en 100 libras.	F	V

Respuestas

1. V. 2. F (Cuando está libre de hielo). 3. V. 4. V. 5. F (Se debe conservar en 150 libras).

dos, picados o corroídos. También se deben apretar todas las conexiones y todas las terminales eléctricas.

Resumen

En esta lección ha estudiado usted a fondo el problema de las fugas en los sistemas de refrigeración de automóviles y camiones. Ahora ya conoce los lugares en que con mayor frecuencia se producen estas fugas. También sabe las diversas maneras de detectarlas: con una solución jabonosa, con un soplete de haluro, con un detector electrónico y mediante un tinte en solución.

Está ya familiarizado asimismo con el manómetro del múltiple, y con su utilidad para diversas pruebas y tipos de servicio. Este instrumento consta de válvulas, mangueras y manómetros. En los sistemas de refrigeración de automóviles y camiones se utilizan dos tipos de válvulas: la válvula de Schrader y la válvula manual de servicio. También conoce las tres posiciones de esta última, que dependen de cómo se haga girar el vastago.

Ahora ya sabe usted que el sistema de refrigeración depende de las diferencias de presión, y que es muy importante saber medir esta última para revisar y localizar las posibles fallas, y para repararlas. La lección también le ayuda a interpretar las lecturas de presión, e ilustra los problemas con muchos ejemplos. Se dan igualmente

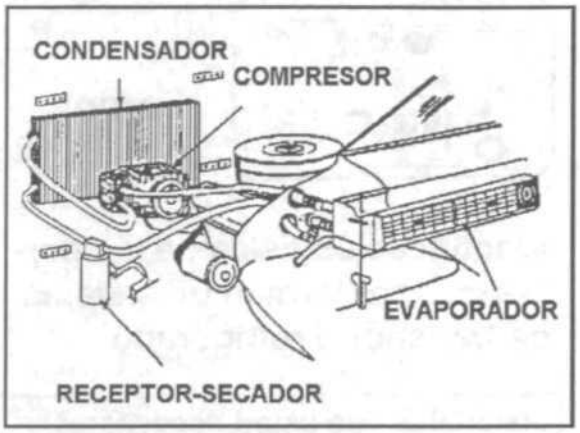
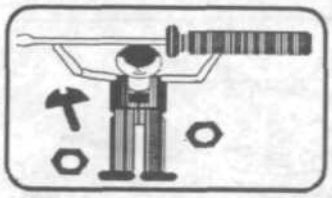


Fig. 66-23. Sistema básico de enfriamiento para aire acondicionado de vehículos.

instrucciones muy detalladas para descargar, hacer pruebas de barrido, evacuar y cargar el sistema. Aquellas vuelven a darse para instalar todo un sistema de refrigeración. Esta primera parte, dedicada a sistemas de refrigeración en automóviles y camiones, concluye con instrucciones muy concretas para diagnosticar y reparar las fallas principales.

El final de la lección, que está consagrado a los sistemas de refrigeración de los remolques de tractocamión, aborda los mismos puntos estudiados antes en automóviles y camiones: evacuación y carga de refrigerante, mantenimiento, y diagnóstico y reparación de unidades refrigeradores de remolques. A estas alturas, ya será usted todo un especialista en este terreno. ¡Felicidades!



Tareas prácticas

Identificación física de las partes que conforman un sistema de transporte refrigerado

Materiales que usted necesitará

- un tractocamión con remolque refrigerante
- esta misma lección
- papel y lápiz

Información previa

Antes del uso de la refrigeración mecánica, los productores perecederos tenían que depender de la distribución local de sus productos, o recurrir al hielo para mantenerlos en condición de venta.

La tendencia reciente ha sido hacia la instalación de refrigeración mecánica en los carros de ferrocarril usados para el transporte de productos perecederos. Estas unidades de refrigeración son accionadas directamente por los ejes en rotación de los carros cuando están en movimiento, o por motores eléctricos o de gasolina cuando los coches están en el patio de carga por un tiempo largo.

Los camiones refrigerados y los remolques son hoy en día más evidentes en las autopistas de lo que acostumbraban ser. La combinación máquina-motor es tal que, cuando el camión está en marcha, la transmisión del vehículo opera la unidad de refrigeración. Pero cuando el camión está estacionado, con su máquina apagada, se utiliza un motor estándar para su operación. Los motores de gasolina o diesel operan la unidad automáticamente cuando la carga del sistema lo requiere. Algunos camiones y remolques utilizan un sistema de refrigeración dual, con una unidad estándar para una eventual sustitución, cuando el motor del camión no ha trabajado por largo tiempo.

Lo que deberá hacer

Identificará plenamente las partes que conforman un sistema de refrigeración de camión.

Procedimiento

1. Localice un taller o alguna terminal de camiones de carga a donde lleguen o se encuentren camiones con sistemas de refrigeración.
2. Solicite permiso para inspeccionarlo detenidamente e identificar cada una de sus partes.
3. Una vez obtenido el permiso, localice la unidad condensadora que generalmente se encuentra en el frente del remolque y que está formada por las partes siguientes: compresor, condensador y válvula de expansión.
4. Identifique plenamente las partes de la unidad condensadora.
5. Luego, pase al interior del remolque e identifique el evaporador y los difusores (ventiladores).

Conclusiones

Usted puede localizar fácilmente las partes que conforman un sistema de refrigeración para camión o ferrocarril; y como su forma de operación es igual a todos los sistemas mecánicos podrá repararlo sin problemas.

Examen

INSTRUCCIONES: *Resuelva el siguiente examen y no dude en consultar el texto de la lección cuantas veces sea necesario. Encierre en un círculo la letra que identifique a la respuesta conecta. Verifique cuidadosamente sus respuestas y luego, en el talón de abajo, escriba dentro de cada cuadro la letra que usted circuló en cada caso.* **Escoja una sola respuesta para cada pregunta.** *Recorte el talón sobre la línea punteada, anote claramente su número de matrícula, su nombre y domicilio y envíelo a la escuela.*

1. El contacto de refrigerante R-12 con fuego produce gas

a. carbónico.
b. butano.
c. natural.
d. fosgeno.

2. En los acondicionadores de aire que se utilizan en los automóviles y camiones, se instalan dos tipos de válvulas de servicio: tipo Schrader y tipo

a. manual.
b. automático.
c. mecánico.
d. eléctrico.

3. Cuando el refrigerante del sistema está agotado el vidrio del indicador de nivel está claro o tendra manchas de

a. agua.
b. aceite.
c. refrigerante.
d. pintura.

4. Cuando se descarga un sistema, se le quita el

a. aceite.
b. agua.
c. refrigerante.
d. calor.

Recorte aquí el talón de respuesta y envíelo a la escuela

Compruebe que las respuestas anotadas en este talón correspondan precisamente a las que aparecen en su hoja de examen.

RESERVADO PARA ANOTACIONES DEL INSTRUCTOR

OBSERVACIONES:

Calificación:

Núm. de matrícula

RESPUESTAS

1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	

Nombre _____

Domicilio _____

Ciudad, Prov. o Estado _____

Código Postal _____

Teléfono _____

Clave de lección L466

5. En la operación del sistema, la lectura del manómetro de alta presión con respecto a la del de baja presión deberá ser mayor

a. cinco veces.
b. diez veces.
c. quince veces.
d. veinte veces.

6. El condensador del sistema de aire acondicionado automotriz se debe colocar entre la parrilla *y* el

a. acumulador.
b. generador.
c. motor de arranque.
d. radiador.

7. Para el enfriamiento de remolques refrigerados, se usa un compresor hermético que funciona con corriente trifásica de

a. 110 volts 60 ciclos
b. 220 volts 60 ciclos
c. 110 volts 50 ciclos
d. 220 volts 50 ciclos

8. El refrigerante líquido absorbe calor a medida que se evapora y se convierte en

a. gas.
b. líquido.
c. sólido.
d. fluido.

9. Si la unidad arranca y luego se detiene casi de inmediato, puede ser debido a que exista una fuga en

a. la válvula de succión.
b. el condensador.
c. la válvula de descarga.
d. el evaporador.

10. Los cojinetes de la flecha del ventilador se deben engrasar después de las primeras

a. 30 horas de servicio.
b. 50 horas de servicio.
c. 60 horas de servicio.
d. 70 horas de servicio.

Una vez resuelto el examen usted puede enviarlo a la escuela por FAX. Asegúrese de marcar su nombre y respuesta con tinta negra y si desea la respuesta también por FAX, anote ambos números de Fax y telefónico en lugar de su dirección.